



PAULO TADEU MAIA CAVALI

**ESTENOSE DO CANAL LOMBAR:
RELAÇÃO DO EQUILÍBRIO SAGITAL COM A AVALIAÇÃO
CLÍNICA**

**LUMBAR CANAL STENOSIS: RELATIONSHIP WITH THE
SAGITTAL BALANCE AND THE CLINICAL EVALUATION.**

CAMPINAS

2012



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

PAULO TADEU MAIA CAVALI

**ESTENOSE DO CANAL LOMBAR:
RELAÇÃO DO EQUILÍBRIO SAGITAL COM A AVALIAÇÃO CLÍNICA**

ORIENTADOR: PROF. : JOÃO BATISTA DE MIRANDA

**LUMBAR CANAL STENOSIS: RELATIONSHIP WITH THE SAGITTAL
BALANCE AND THE CLINICAL EVALUATION**

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação em
Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas
da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
para obtenção do Título de **Doutor** em **Cirurgia**, Área
de Concentração Cirurgia

***Doctorate thesis** presented to the Surgery
Sciences Postgraduation Programme of the
School of Medical Sciences of the University of
Campinas to obtain the Ph.D grade in Surgery,
Concentration Area Surgery*

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO PAULO
TADEU MAIA CAVALI E ORIENTADA PELO PROF.DR. JOÃO BATISTA DE MIRANDA.

Assinatura do orientador: _____

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARISTELLA SOARES DOS SANTOS – CRB8/8402
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

C314e Cavali, Paulo Tadeu Maia, 1965-
Estenose do canal lombar : relação do equilíbrio
sagital com a avaliação clínica / Paulo Tadeu Maia
Cavali. -- Campinas, SP : [s.n.], 2012.

Orientador : João Batista de Miranda.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Estenose espinal. 2. Vértébras lombares. 3. Dor
lombar. I. Miranda, João Batista de, 1949-. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Lumbar canal stenosis : relationship with the sagittal balance and the clinical evaluation.

Palavras-chave em inglês:

Spinal stenosis

Lumbar vertebrae

Low back pain

Área de concentração: Cirurgia

Titulação: Doutor em Cirurgia

Banca examinadora:

João Batista Miranda [Orientador]

Élcio Landim

Alberto Cliquet Junior

Sérgio Swain Müller

Hamilton da Rosa Pereira

Data da defesa: 30-07-2012

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Cirurgia

Banca Examinadora da Defesa de Doutorado
Paulo Tadeu Maia Cavali

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Miranda

Membros:

1. Prof(a). Dr(a). João Batista de Miranda -

2. Prof(a). Dr(a). Élcio Landim -

3. Prof(a). Dr(a). Alberto Cliquet Junior -

4. Prof(a). Dr(a). Sérgio Swain Müller-

5. Prof(a). Dr(a). Hamilton da Rosa Pereira -

Curso de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 30/07/2012

DEDICATÓRIA

A minha esposa, Mônica, e a minha mãe, Elcy, que sempre me apoiaram na luta pelos meus objetivos, minha gratidão, respeito e amor.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, responsável pela minha formação médica e pelo constante ambiente de aprendizado e experiência.

Ao Prof. Dr. Élcio Landim, meu mestre de sempre, pelos ensinamentos, dedicação, confiança, oportunidades e principalmente pela amizade.

Ao Prof. Dr. João Batista de Miranda, por aceitar a orientação desta tese, pela dedicação, amizade, incentivo e apoio incondicional à realização deste estudo.

Ao Dr. Ivan Guidolin Veiga, pela amizade, apoio e incentivo a toda equipe de coluna no aprimoramento dos estudos e trabalhos.

Ao Dr. Wagner Pasqualini, pela amizade, contribuição e companheirismo na trajetória deste estudo.

Ao Dr. Marcelo Ítalo Risso Neto, pelo apoio e contribuições indispensáveis ao desenvolvimento deste estudo e por nunca ter me negado ajuda nos momentos difíceis.

Ao Dr. Guilherme Zuiani, que me auxiliou na elaboração deste estudo mesmo em períodos como finais de semana e férias.

Ao Prof. Dr. Alberto Cliquet Junior, pela contribuição e apoio na realização deste estudo.

À Prof. Dra. Mônica de Lima Reder Cavali, pelas fundamentais orientações e ajuda na redação e estruturação deste estudo.

Aos meus amigos Dr. Mauricio Antonelli Lehoczki e Dr. Alexander Junqueira Rossatto, pela compreensão do tempo dispensado ao trabalho deste estudo.

Aos Médicos residentes do Grupo de Coluna do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Unicamp, pela ajuda e acompanhamento dos pacientes incluídos neste estudo.

Aos profissionais do Setor de Órteses e Próteses da Unicamp, por cederem espaço e dedicação aos pacientes envolvidos neste estudo.

SUMÁRIO

RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVO GERAL	24
3. REVISÃO DA LITERATURA	26
4. CASUÍSTICA E MÉTODO	60
5. MÉTODO	62
6. RESULTADOS	70
7. DISCUSSÃO	86
8. CONCLUSÃO	91
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
10. ANEXOS	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Equilíbrio sagital.....	42
Figura 2.	Ilustração representativa da “zona de equilíbrio” na qual oscila a linha de prumo de C7.....	43
Figura 3.	Ilustração representativa da aferição angular da cifose torácica (CT) e da lordose lombar (LL) pelo método de Cobb.....	45
Figura 4.	Ilustração representativa da aferição do ângulo de inclinação sacral (SS). Fonte: Medeiros (109).....	46
Figura 5.	Ilustração representativa da aferição do ângulo de inclinação pélvica (TP). Fonte: Medeiros (109).....	47
Figura 6.	Ilustração representativa da aferição do ângulo da incidência pélvica (PI). Fonte: Medeiros (109).....	47
Figura 7.	Ilustração representativa da aferição do ângulo espino-pélvico (ST). Fonte: Medeiros (109).....	48
Figura 8.	Ilustração representativa da definição do raio pélvico (PR). HC1 e HC2: eixos dos quadris; HA: eixo de rotação da pelve (ponto médio da linha que une os dois eixos dos quadris); PA: ângulo pélvico (variação da inclinação pélvica). Fonte: Medeiros (109)....	49
Figura 9.	Ilustração representativa da biomecânica espino-pélvica. Fonte: Medeiros (109). A - Desequilíbrio sagital anterior evidenciado através da localização anterior da linha de prumo (LP) em relação ao eixo dos quadris (HA). Observe o baixo valor angular do <i>tilt</i> pélvico (TP) e o alto valor da inclinação sacral (SS) associados a uma acentuada curvatura lordótica. B - Restabelecimento do equilíbrio sagital representado pela linha de prumo localizada entre o eixo dos quadris e o sacro. A rotação posterior da pelve (aumento do <i>tilt</i> pélvico - TP) translada e horizontaliza o platô superior de S1 (diminuição do SS) com translação posterior da linha de prumo (LP). Observe a associação entre a diminuição conjugada da inclinação sacral e da lordose lombar.....	52
Figura 10.	Medida da incidência pélvica (PI). Fonte: Labelle et al. (119).....	53
Figura 11.	Inclinação sacral. Fonte: Labelle et al. (119).....	54

Figura 12.	Inclinação pélvica. Fonte: Labelle et al. (119).....	55
Figura 13.	Equilíbrio pélvico. Fonte: Labelle et al. (119).....	56
Figura 14.	Cifose torácica T4-T12, lordose lombar, lordose lombo-pélvica total, lordose lombo-pélvica regional e morfologia pélvica (a); eixo sagital T1, T4 e T9, offset sagital T9 (b) e inclinação sagital T1-L5 (c).....	65
Figura 15.	<i>Slope</i> sacral (SS), <i>tilt</i> pélvico (PT) e incidência pélvica (PI).....	66
Figura 16.	Inclinação sacral (a), ângulo sacro-femoral (ASF, b), distância sacro-femoral (DSF, c) e <i>overhang</i> (d).....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Classificação de Landim. Etiologias e abordagens cirúrgicas. Fonte: Landim (49).....	33
Tabela 2.	Descrição das variáveis clínicas de acordo com os grupos de estudo.....	71
Tabela 3.	Correlação entre o Índice de Disfunção de Oswestry (IO, em %) e as medidas da ressonância nuclear magnética descritas como média (M), mediana (Me), valores mínimo (mi) e máximo (ma) e desvio padrão (DP) de acordo com os grupos do estudo e valores de p (teste de Spearman).....	72
Tabela 4.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e grupo de estudo; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	73
Tabela 5.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de lombalgia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	74
Tabela 6.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de radiculopatia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	75
Tabela 7.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de claudicação; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	76
Tabela 8.	Correlações entre parâmetros do alinhamento sagital e a distância de claudicação nos pacientes com estenose do canal lombar; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP).....	77

Tabela 9.	Correlações entre parâmetros do alinhamento sagital segundo queixa de lombalgia nos pacientes com estenose do canal lombar; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP)	79
Tabela 10.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de radiculopatia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	80
Tabela 11.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com ou sem queixa de claudicação; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	81
Tabela 12.	Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com ou sem queixa mista; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whittney.....	82
Tabela 13.	Valores das correlações da Escala Analógica de Dor com os parâmetros do alinhamento sagital dos pacientes com estenose do canal lombar segundo tipo de sintoma.....	83

RESUMO

Existe uma grande variabilidade de resultados nos estudos prévios que analisam os parâmetros do alinhamento sagital (PAS) em indivíduos normais e em pacientes com doenças degenerativas da coluna lombar. A maioria desses estudos relacionam os PAS somente com o sintoma de dor lombar crônica, em grupos de pacientes com diferentes doenças degenerativas lombares, o que dificulta a aplicação clínica desses dados tanto na avaliação diagnóstica como na indicação terapêutica. O objetivo deste estudo caso-controle foi analisar as relações dos PAS com os diferentes sintomas entre um grupo de pacientes com diagnóstico de estenose lombar e um grupo controle e as mesmas relações entre os subgrupos de pacientes diferenciados por sintoma. Foram colhidos os dados da história, exame clínico, ressonância magnética e de exames radiográficos de 23 pacientes com estenose lombar (denominado grupo estenose) e de 17 indivíduos saudáveis (denominado grupo controle). Os PAS utilizados foram: cifose torácica (CT), lordose lombar (LL), eixo sagital vertical (C7-T1), listese anteroposterior (OAP), lordose lombo-pélvica total (LLT) e regional (LLR), eixo sagital em T1, T4 e T9 (ES1, ES4 e ES9 respectivamente), inclinação sagital T1-L5 (IST1-L5), “*offset sagital*” T1 e T9 (OST1 e OST9), “*tilt* pélvico” (TP), “*slope sacral*” (SS), morfologia pélvica (MP), ângulo sacro-femoral (ASF), distância sacro-femoral (DSF) e “*overhang*” (OVHG). Na Fase 1 do estudo, os dados do PAS foram correlacionados entre os indivíduos do grupo controle e grupo estenose e, na Fase 2, entre os subgrupos do grupo estenose diferenciados por sintomas como lombalgia, radiculopatia, claudicação neurogênica e dor, medida pela Escala Analógica de Dor (EAD). Na Fase 1, observou-se que os pacientes do Grupo Estenose (GE) como um todo tiveram menores valores de LLT ($p = 0,006$) e LLR em L1, L2 e L3 ($p = 0,026$) e os pacientes do GE com sintoma de radiculopatia, além dos dados acima, tiveram aumento do TP ($p = 0,004$), quando comparados ao Grupo Controle (GC). Na Fase 2, o Subgrupo Lombalgia obteve maiores

valores de CT ($p = 0,035$) e LLR ($p = 0,028$) e uma diminuição do TP ($p = 0,029$), OST1 ($p = 0,022$), DSF ($p = 0,014$) e OVHG ($p = 0,035$) em relação aos outros pacientes do GE que não se queixavam de lombalgia e, no Subgrupo Radiculopatia, houve a diminuição da LLR ($p < 0,047$). Este estudo demonstra que há correlações significativas dos sintomas e dos PAS entre o GE e o GC e também entre os Subgrupos do GE diferenciados por sintomas. Estes dados indicam uma melhor interpretação clínica dos PAS, assim como podem sugerir a terapêutica mais adequada.

ABSTRACT

There is a great variation in the results of previous studies analyzing sagittal alignment parameters (SAP) in normal individuals and in patients with degenerative diseases of the lumbar spine. Most studies associate SAP only with chronic lumbar pain, in groups of patients with different lumbar degenerative diseases, which makes it difficult to apply these data clinically both in diagnostic evaluation and in therapeutics. The objective of this prospective, diagnostic case-control study was to examine the relationship between sagittal balance parameters and different symptoms of spine disease in patients with lumbar canal stenosis (LCS) and controls and the same associations between subgroups of patients with different symptoms. We collected clinical history, clinical exam data from 23 patients with spinal stenosis and 17 healthy volunteers (controls). Magnetic resonance imaging (MRI) and x-rays allowed the measurement of sagittal axis parameters. The SAP analyzed were thoracic kyphosis, lumbar lordosis, sagittal axis, anterior-posterior listesis, total and regional lumbar-pelvic lordosis, sagittal axis in T1, T4 and T9, pelvic tilt, sacral slope, pelvic morphology, sacro-femoral angle, sacro-femoral distance and overhang. In the first phase of the study, SAP data were correlated between controls and patients, and in the second phase, the subgroups inside the group of patients with stenosis were compared for symptoms as lumbar pain, radiculopathy, neurogenic claudication and pain, measure by the visual analogue scale (VAS). In the first phase, it was observed that the stenosis patients presented lower values of total lumbopelvic lordosis ($p = 0.006$) and regional lordosis L1, L2 and L3 ($p < 0.026$). Those with stenosis and radiculopathy also had higher values of pelvic tilt ($p = 0.004$) and lower values for total lumbopelvic lordosis and regional lordosis in L1 and L2 ($p < 0.05$) than controls. All patients complaining of back pain had higher values of thoracic kyphosis ($p = 0.035$), regional lumbopelvic lordosis in L1 ($p = 0.028$), lower values for pelvic tilt ($p = 0.029$), sagittal T1 offset ($p = 0.022$), sacro-femoral distance ($p = 0.014$) and

overhang ($p = 0.035$) compared to patients without the complaint. Patients with stenosis and radiculopathy were less prone to have regional lordosis in L2, L3 and L4 ($p = 0.047$, $p = 0.047$ and $p = 0.023$ respectively). In conclusion, this study shows that there are significant correlations between symptoms and sagittal axis parameters between patients with and without spinal canal stenosis and also in subgroups of the patients with stenosis with different complaints. These data indicate a better clinical interpretation of SAP, as well as suggest a better therapeutic approach.

1. INTRODUÇÃO

A estenose do canal lombar (ECL) é uma doença cada vez mais frequente, relacionada ao aumento da longevidade da população. As melhorias na qualidade de vida e assistência a saúde resultaram em elevação gradual na expectativa de vida. Com maior longevidade, houve aumento associado nos anos produtivos, resultando em maior número de idosos mantendo vida ativa comparados às gerações anteriores (1).

Nos Estados Unidos da América, entre os anos de 2000 e 2010, a população com idades entre 45 e 64 anos cresceu 31,5% e, entre as com mais de 65 anos, o crescimento foi de 15,1%. Estima-se que em 2035, 20% da população terá mais de 65 anos. Não surpreende que essa tendência de envelhecimento esteja associada a um aumento das doenças degenerativas, levando a incapacidade funcional e independência diminuída (2).

Recentes estudos sustentam o conceito de que a análise dos parâmetros do alinhamento sagital (PAS) é de fundamental importância na avaliação diagnóstica e terapêutica das doenças degenerativas da coluna lombar (DDL), principalmente quando existe indicação cirúrgica e os procedimentos de fusão e instrumentação estão incluídos no tratamento (3-9). Os PAS são caracterizados pelos parâmetros pélvicos e vertebrais. Diversos estudos demonstram esses parâmetros e suas relações em grupos de indivíduos normais (10-13), assim como em grupos de pacientes com doença degenerativa lombar (6, 14), com dados de significância estatística, porém ainda sem significância clínica (15, 16).

As diferenças nos parâmetros do alinhamento sagital entre indivíduos normais e pacientes com doenças degenerativas lombar não estão

estabelecidas, assim como, ainda não está claro se algum parâmetro ou padrão é mais prevalente, ou seja, mais relacionado aos pacientes com doenças lombares (17). Os resultados do PAS de diversos estudos entre grupos de indivíduos normais e pacientes com DDL são conflitantes, alguns não demonstraram diferenças significativas (3, 11), outros com diferenças, porém, com resultados antagônicos (6, 18).

A diminuição do “*slope* sacral”, o aumento do “*tilt* pélvico” e a diminuição da lordose lombar nos pacientes com DDL são os achados que mais coincidem na literatura (14, 19). Em um estudo recente de Chaléat-Velay (17), com a maior casuística já publicada, a diminuição do “*slope* sacral” e da incidência pélvica foram as diferenças encontrados nos pacientes com DDL.

A etiologia dos sintomas nos pacientes com DDL, como lombalgia, radiculopatia e claudicação neurogênica, é multifatorial e um mesmo sintoma em diferentes doenças degenerativas da coluna lombar, como hérnia de disco, estenose lombar ou espondilolistese, apresenta características anatômicas e fisiopatologias totalmente diferentes (20). As diferenças e dificuldades das análises dos estudos prévios podem estar relacionadas ao fato de relacionarem um mesmo sintoma como dor lombar em grupos de pacientes acometidos por diferentes doenças degenerativas.

Com o objetivo de conseguir uma melhor compreensão e aplicação prática dos dados do alinhamento sagital, este estudo analisa, pela primeira vez, as relações dos PAS com os diferentes sintomas entre um grupo de pacientes com a mesma doença, ou seja, estenose lombar, e um grupo controle e examina as mesmas relações entre os subgrupos de pacientes separados por sintomas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste estudo caso-controle foi analisar as relações dos parâmetros do alinhamento sagital (PAS) com os diferentes sintomas entre um grupo de pacientes com diagnóstico de estenose lombar e um grupo controle. O objetivo secundário foi avaliar as mesmas relações entre os subgrupos de pacientes separados por sintoma predominante.

3. REVISÃO DA LITERATURA

ESTENOSE DO CANAL LOMBAR

Definição e epidemiologia

A estenose do canal vertebral é um estreitamento de seu diâmetro que, na coluna cervical e na dorsal, pode causar compressão medular, associada ou não à compressão radicular. Na coluna lombar, pode causar compressão de uma ou mais raízes da cauda equina. Já a estenose dos forames intervertebrais pode causar a compressão radicular em qualquer nível da coluna vertebral. Nesta condição, a relação continente/conteúdo torna-se pequena e, conseqüentemente, os elementos intra-raquidianos acham-se comprimidos, produzindo sintomas de irritação ou deficitários medulares ou/e radiculares por compressão ou isquemia (21). A estenose lombar típica ocorre em pacientes com canal lombar estreito congênito, ou que apresentam alterações degenerativas adquiridas, isoladas ou em combinações de hipertrofia das articulações posterolaterais, dos pedículos, das lâminas, dos ligamentos amarelos, redução da altura do espaço intervertebral, osteófitos marginais anteriores e hérnia dos discos intervertebrais (22).

A estenose lombar sintomática é mais comum no segmento L4-L5. Os sintomas e sinais da estenose congênita aparecem entre 30 e 40 anos e, da estenose adquirida, após os 50 anos, sendo os principais a lombalgia, a lombociatalgia e a claudicação neurogênica (23).

A estenose de canal lombar é uma doença que acomete pacientes idosos, geralmente acima dos 60 anos, podendo aparecer após os 50. Isso acontece devido ao fato de essa ser uma doença degenerativa, que ocorre com o envelhecimento de algumas estruturas da coluna vertebral, como o disco

intervertebral, ligamentos e articulações. A degeneração das articulações da coluna forma os osteófitos, que podem estreitar o canal lombar central e/ou os forâmens (24).

Etiologia

A principal causa da estenose de canal vertebral é degenerativa, secundária ao desgaste das estruturas responsáveis pela sustentação e movimentação da coluna vertebral (25). A estenose de desenvolvimento ou idiopática, descrita por muitos autores, é de causa desconhecida, como o próprio nome sugere. Acomete mais homens com idade de 35 a 65 anos. Os pedículos são curtos e, juntamente com as lâminas, encontram-se alargados (26-29).

Na estenose degenerativa, espondilose ou artrose, o estreitamento do canal ocorre por degeneração discal e ou artrose interapofisária, estando frequentemente associada a estenose forâmenal (26, 28, 30-34). A estenose degenerativa de tecidos moles é secundária à protrusão discal e ou hipertrofia do ligamento amarelo, presentes em 3% a 5% dos pacientes com queixa de lombalgia e avaliados por tomografia (35, 36).

Joffe et al. (27) sugeriram que a formação de osso esclerótico na porção posterior do corpo vertebral como resultado provável de uma degeneração discal poderia causar compressão suficiente do canal vertebral, gerando isquemia intermitente da cauda equina. Concluíram também que a laminectomia da vértebra afetada com descompressão do saco dural provoca alívio imediato dos sintomas.

Dai et al. (37) confirmaram, através de um estudo anatômico com 10 cadáveres, que existe uma diferença significativa no volume do canal lombar entre as posições de flexão e extensão. Além disso, o diâmetro sagital do saco dural aumenta da posição de extensão para posição de flexão.

Estudos anatomopatológicos do ligamento amarelo, em alguns casos, têm mostrado que a hipertrofia ocorre devido à fragmentação das fibras elásticas, com substituição por tecido gorduroso. A espessura normal do ligamento amarelo na coluna lombar varia de 2 a 6 mm. Suspeita-se que a instabilidade seja a causa destas alterações. Rauschning (38), baseado em estudos anatômicos, propõe que o ligamento amarelo seja mais espessado que o normal devido à sua redistribuição em um canal estreito.

A espondilolistese degenerativa acomete mais mulheres que homens, sendo o nível L4-L5 o mais acometido. O escorregamento tem uma tendência a aumentar após laminectomia (39, 40, 41, 42).

A estenose da coluna vertebral lombar pode ser decorrente de múltiplas causas, isoladas ou associadas, expressas de forma estática ou dinâmica. Contudo, a sintomatologia será resultante de um processo fisiopatológico final comum de desequilíbrio da relação conteúdo-continente, com consequente compressão mecânica das estruturas nervosas, seja diretamente, por meio da expansão das estruturas que formam as paredes do canal vertebral, seja indiretamente, por meio da congestão e isquemia decorrentes das alterações no fluxo sanguíneo radicular (43).

As diversas causas de compressão devem ser bem identificadas, classificadas e estarem correlacionadas aos sintomas do paciente, pois somente

por meio da análise conjunta de todos esses fatores será possível definir um prognóstico e adotar uma opção terapêutica conservadora ou cirúrgica.

Embora existam diversas etiologias para estenose lombar, todas apresentam poucas regiões anatômicas distintas de compressão. Tais regiões são divididas em central, recessos laterais, canais laterais e extraforaminal. O processo anatomopatológico da compressão neural pode ser oriundo de elementos ósseos e/ou dos tecidos moles que delimitam o canal vertebral (44).

Classificações

Arnoldi et al. (45) propõem uma classificação para a estenose do canal lombar. Basicamente, esta classificação é dividida em estenose congênita e adquirida, e, em cada grupo, há a citação das doenças mais frequentes. Assim, tem-se:

1. Congênita – estenose de desenvolvimento:

a) idiopática;

b) acondroplásica.

2. Estenose adquirida:

a) degenerativa:

1 – central;

2 – recesso lateral, foraminal;

3 – espondilolistese degenerativa.

b) combinada - congênita + degenerativa e/ou com hérnia discal;

c) espondilolistese por espondilólise;

d) iatrogênica:

1- pós-laminectomia;

2- pós-artrodese (anterior ou posterior);

3- pós-quimionucleólise;

e) pós-trauma;

f) miscelânea:

1- doença de Paget;

2- fluorose.

Acredita-se que esta classificação mostre apenas uma quantidade de doenças que são capazes de causar a síndrome da estenose do canal lombar, não preenchendo três requisitos básicos para uma boa classificação, segundo van Akkerveeken (44):

- termos bem definidos e de uso comum;
- ser fácil e fornecer ao médico em geral informações que indiquem o tratamento;
- ser baseada em um critério.

A classificação anatômica proposta por van Akkerveeken (44) divide o canal vertebral lombar em quatro regiões passíveis de compressão: central, recesso lateral, foraminal e extraforaminal. Kunogi e Hasue (46) classificaram a estenose foraminal baseados no sentido da compressão em anteroposterior, céfalo-caudal e circunferencial. Yamashita et al. (47) concluíram que a classificação clínica pré-operatória, baseada no tipo de síndrome dolorosa de irradiação para a perna, em pacientes com estenose lombar que serão submetidos à cirurgia de descompressão, é preditiva dos resultados pós-operatórios. Apesar

de todas essas classificações serem de fácil aplicabilidade, Amundsen et al. (48) observaram que, embora radiograficamente seja possível definir subgrupos de regiões compressivas, síndromes clínicas correlatas bem definidas foram difíceis de identificar.

Com o propósito de auxiliar nas definições de qual via de acesso cirúrgico utilizar, que tipo de descompressão neural realizar e se há necessidade ou não de estabilização segmentar vertebral, Landim (49) desenvolveu uma classificação alfanumérica baseada em critérios morfológicos relacionados à etiologia e localização da compressão dos elementos neurais (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação de Landim. Etiologias e abordagens cirúrgicas.
Fonte: Landim (49)

Classificação	Etiologias	Tratamento sugerido
A1	Sequelas de fraturas tipo explosão tratadas conservadoramente, tumores do corpo vertebral tratados com radioterapia, algumas infecções, doença de Paget	A1.1: corpectomia + artrodese via anterior. Se contra-indicado ou A1.2, laminectomia com ou sem artrodese via posterior
A2	Anomalias congênitas da lâminas ou pedículos, acondroplasia e doença de Mórquio	Laminectomia + avaliação da necessidade de artrodese
B1	Calcificação ou ossificação do ligamento longitudinal posterior, grandes osteófitos, artrodese prévia	(Calibragem): laminectomia parcial da porção superior da vértebra inferior + laminectomia da porção inferior da vértebra superior + foraminotomia
C1	Sequela de fratura tipo explosão associada à degeneração do espaço intervertebral adjacente	Corpectomia + dissecção + artrodese via anterior combinada com recalibragem + artrodese com instrumentação por via posterior
C2	Acondroplasia	Descompressão + artrodese com instrumentação por via posterior

Sintomas

Verbiest (50) descreveu o estreitamento do canal vertebral em pacientes sem anormalidades do desenvolvimento ou doenças osteometabólicas e quadro de dor lombar, dor irradiada para membros inferiores e alterações de força e sensibilidade em membros inferiores que piorava com ortostatismo, marcha e hiperextensão do tronco. Segundo Dorwart, Vogler e Helms (51), os sintomas mais frequentes associados à estenose do canal lombar são: parestesia e sensação de frio em membros inferiores, dor em queimação, diminuição da força muscular, ciatalgia e claudicação neurológica intermitente.

Três síndromes neurológicas foram relacionadas por Postacchini (52):

➤ Síndrome radicular contínua: caracterizada por dor radicular em repouso associada a déficit sensorial e motor. Os sintomas são os mesmos ou pioram com a deambulação. Duas são as formas de apresentação:

- aguda, quando a sintomatologia tem no máximo três meses de duração;
- crônica, com sintomatologia radicular contínua ou intermitente, associada à lombalgia de longa duração;

➤ Síndrome radicular intermitente: caracterizada por claudicação neurológica intermitente, podendo apresentar-se de três formas, isoladas ou associadas:

- dor;
- parestesia;

- alterações motoras.

➤ Síndrome combinada: caracterizada por radiculopatia ou lombo-radiculopatia de repouso. É a mais comum das três síndromes.

A compressão do tecido neural pode ser localizada, segmentar ou generalizada, por estruturas ósseas, discais ou ligamentares. Os sintomas da estenose do canal vertebral incluem dor na região lombar, irradiando até as extremidades inferiores (53). A localização da dor na extremidade inferior tem uma distribuição lombo-sacral (54).

Claudicação neurogênica é caracterizada por dor intermitente e disfunção causada por exercício (54). Déjèrine (55) foi o primeiro a descrever a “claudicação intermitente” da medula espinhal, em 1911. A patogênese da claudicação intermitente se deve à relativa isquemia de raízes da cauda equina ativas durante o exercício (29, 56-58). Claudicação neurogênica tem sido relatada em indivíduos com diagnósticos distintos (55, 59-61), mas geralmente está associada com estenose do canal lombar (50).

Boden et al. (62), em estudo prospectivo, encontraram alterações na ressonância magnética da coluna lombar em 30% dos pacientes assintomáticos. Com esse resultado, enfatizou o risco de se levar em conta isoladamente o exame de imagem como único critério para decisão sobre o tratamento cirúrgico, sem considerar o quadro clínico.

Amundsen et al. (48) estudaram 100 pacientes com estenose de canal lombar. Os sintomas eram de longa duração e, geralmente, com acometimento bilateral e de múltiplos níveis. Os sintomas dominantes foram dor lombar (95%),

dor ciática (71%), claudicação neurogênica (91%), fraqueza (33%) e distúrbios miccionais (12%) e os achados radiológicos foram sempre mais exuberantes do que o esperado para a intensidade dos sintomas, com achados de exame físico geralmente modestos.

Schatzker e Pennal (63) apresentaram os sintomas da claudicação da cauda equina: dor, fraqueza e dormência nas pernas que pioram com a marcha e melhoram com o repouso numa fase inicial, podendo evoluir para presença de sintomas em repouso e para predomínio da fraqueza como principal queixa. O ato de tossir geralmente não provoca piora da dor. A dor lombar geralmente irradia de maneira assimétrica para os membros inferiores acometendo tanto o nervo ciático como o nervo femoral. Concluiu que o tratamento conservador geralmente não é bem sucedido e os sintomas costumam ser progressivos.

Spivak (64), em um artigo de revisão, descreve como sintomas clássicos da estenose de canal lombar: claudicação neurogênica bilateral, dor intermitente irradiada para a coxa e/ou perna que piora com o ortostatismo, atividades físicas e extensão lombar e melhora com a posição sentada ou deitada ou com a flexão da coluna lombar.

Dyck et al. (65), em um relato de caso, descreveram o uso do teste da bicicleta como complemento da avaliação neurológica com objetivo de diferenciar a claudicação intermitente provocada pela síndrome da compressão da cauda equina ou por insuficiência vascular. Os pacientes com compressão intermitente da cauda equina conseguem pedalar em uma bicicleta ergométrica (mantendo a flexão do tronco) sem dificuldades, confirmando a relação da postura com a dor radicular.

Jönsson e Strömqvist (66), em trabalho prospectivo, compararam a sintomatologia de 100 pacientes com hérnia de disco lombar, 100 pacientes com estenose central de canal lombar e 100 pacientes com estenose da porção lateral do canal. Os sintomas da estenose central geralmente vão evoluindo lentamente e são principalmente de claudicação neurogênica. Os sinais de tensão radicular são mais frequentes na hérnia de disco, menos frequentes na estenose lateral e raros na estenose central. Dor em repouso, dor noturna e dor ao tossir são comuns na estenose lateral e na hérnia de disco. Alterações neurológicas, principalmente ausência do reflexo patelar, são mais frequentes na estenose central, já que, em 90% dos casos, se observou compressão da raiz de L4. Os pacientes com estenose lateral tinham menos limitação para marcha do que aqueles com estenose central.

Arbit e Pannullo (67), em um artigo de revisão, mostraram que o sintoma de dor lombar estava presente em cerca de 65% dos pacientes e que era exacerbado ao caminhar e ficar em pé e pelo mau tempo. Descreveu também que, apesar de a dor lombar ser um sintoma mais precoce, o sintoma mais comum é a dor na perna, que chega a ser relatada em 80% dos pacientes.

Ram et al. (68) fizeram um relato de caso sobre um paciente com estenose de canal e priapismo intermitente e espontâneo. O paciente apresentava sintomas de claudicação neurogênica, incontinência urinária e ereção com as atividades físicas, principalmente com o caminhar. Os sintomas se resolveram com a laminectomia descompressiva. Baba et al. (69) descreveram os casos de nove pacientes com priapismo intermitente associados com estenose do canal lombar. Apresentavam claudicação intermitente e priapismo quando caminhavam.

Sete pacientes apresentavam alterações sensitivas das raízes lombossacras em repouso. Dos sete pacientes submetidos a tratamento cirúrgico (dois se recusaram a passar pelo procedimento), seis apresentaram uma melhora dos sintomas.

A associação da estenose com alterações biomecânicas, principalmente a instabilidade da coluna, levando a compressões dinâmicas, provoca sintomas clínicos, como alteração da marcha, dor radicular, diminuição da sensibilidade, déficit motor e claudicação neurológica. Distúrbios esfincterianos são mais raros de acontecer pela estenose degenerativa (70).

Tratamento

Há controvérsia na literatura quanto ao melhor método, abordagem e resultados no tratamento da estenose da coluna lombar na população de pacientes, que apresentam com frequência comorbidades resultantes da insuficiência de outros sistemas (71). Muitos estudos têm enfatizado a morbidade associada ao tratamento cirúrgico da estenose lombar em idosos, e outros têm recomendado tratamento não cirúrgico (conservador) da estenose da coluna lombar em idosos. Um estudo investigando a evolução natural da estenose lombar mostrou que não houve piora da claudicação espinhal (neurogênica) após quatro anos de observação e, portanto, sugere o tratamento conservador e a observação como alternativa ao tratamento cirúrgico (72).

Katz et al. (73) estudaram os resultados em longo prazo da laminectomia descompressiva para estenose lombar degenerativa e observaram

que, entre os fatores associados, os com resultados ruins foram aqueles com enfermidades coexistentes, como cardiopatia, doença pulmonar crônica, artrite reumatoide e osteoartrite. Em outro estudo, os autores concluíram que pacientes com comorbidades graves ficam significativamente menos satisfeitos com os resultados da cirurgia para estenose degenerativa da coluna lombar (74).

Deyo et al. (75) encontraram um índice de 18% de complicações após a cirurgia lombar em pacientes acima de 75 anos.

A adição de instrumentação é advogada por muitos cirurgiões nos casos em que está associada à estenose de canal, instabilidade segmentar (clínica ou radiológica) entre as vértebras, escorregamento acima de 50% e correção de listese ou deformidades cifóticas (76). A instrumentação tem sido recomendada para aumentar a estabilidade e, assim, favorecer a artrodese, diminuir o tempo de reabilitação e promover o retorno mais rápido do paciente às suas atividades diárias (77).

Uma revisão da literatura mostra que não existe relação direta entre o grau de estreitamento do canal das vértebras e os achados radiográficos pré-operatórios com o resultado clínico final após o tratamento cirúrgico (78-83).

As cirurgias da coluna lombar têm se mostrado, em geral, uniformes entre a maioria dos cirurgiões. Entretanto, outros fatores como idade, estilo de vida, expectativa e estado geral de saúde dos pacientes também podem contribuir para as variações na decisão da conduta cirúrgica. Fatores inerentes ao cirurgião, como a idade, tempo de experiência com a especialidade e o tipo de treinamento em cirurgia de coluna (ortopédico ou neurocirúrgico) também podem interferir com a abordagem de determinadas situações clínicas (84, 85).

Há dúvida clínica em vários casos de cirurgia da coluna lombar porque muitas doenças têm múltiplas opções de tratamento com sucesso já descrito e a técnica não é, muitas vezes, reproduzível nas mãos de diferentes cirurgiões. A análise das diferenças quanto às decisões cirúrgicas em determinadas situações clínicas poderá possibilitar o esclarecimento dos fatores que contribuem para a variação existente (86, 87).

A instabilidade segmentar da coluna lombar é imputada como a maior causa de lombalgia e ciatalgia (88) e é um fator fundamental na indicação de artrodese associada à descompressão (89).

A presença de correlação clínico-radiográfica é que tem norteado a conduta terapêutica da estenose lombar (90, 91). As definições práticas são conflitantes na literatura. de Graaf et al. (92), em um estudo de metanálise, concluíram que não é possível definir qualquer superioridade dentre os diversos testes diagnósticos e terapêuticos para estenose lombar devido à heterogeneidade e às baixas qualidades dos desenhos de estudo.

EQUILÍBRIO SAGITAL

A lombalgia pode estar combinada com uma dor na perna. Pode ser a expressão de uma fadiga muscular ou de uma instabilidade mecânica real. Desequilibrados, sobrecarregados e estressados, os músculos paravertebrais da coluna podem se tornar muito fadigados e, por conseguinte, não poderão contribuir para equilibrar a estrutura corporal, tornando-se assim parte de um

círculo vicioso. Isso é especialmente verdadeiro quando a curva lombar é acompanhada pela perda da lordose lombar. Essa dor muscular é difusa, distribuída por região lombar, e muitas vezes permanente na inserção dos tendões dos músculos na crista ilíaca, sacro, cóccix e processos ósseos da coluna vertebral (9).

O alinhamento ideal da coluna vertebral e sua posição em relação à pelve e membros inferiores têm importantes implicações clínicas. Uma acentuada perda de alinhamento do plano sagital é vista frequentemente em condições iatrogênicas, como *flatback*. Formas mais leves de deformidade podem levar à inclinação do tronco anterior, que torna o equilíbrio em pé ineficiente. Embora pareça que nos estágios iniciais de deformidade retroversão pélvica pode oferecer alojamento, o recrutamento de outros mecanismos compensatórios (por exemplo, flexão do joelho) está associado a um esforço maior e eventual fadiga e incapacidade (93). O processo de envelhecimento e deformidade da coluna vertebral pode levar ao alinhamento alterado do plano sagital. Até o momento, o equilíbrio ideal da coluna vertebral permanece mal definido. No entanto, uma série de parâmetros radiográficos foi desenvolvida como guias de alinhamento sagital.

Um método de avaliação do equilíbrio global sagital (Figura 1) foi proposto por Duval-Beaupere e colaboradores (94) e está ganhando cada vez mais interesse: a inclinação espino-pélvica em T1 e T9.

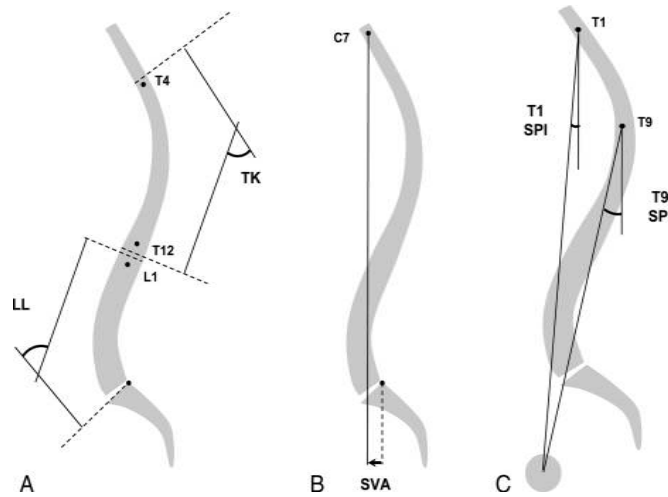


Figura 1. Equilíbrio sagital.

A coluna vertebral é constituída de 33 vértebras interpostas pelos discos intervertebrais. Seu perfil sagital apresenta curvaturas lordóticas nas regiões cervical e lombar, bem como curvaturas cifóticas nas regiões torácica e sacral. Cada segmento é constituído por um complexo triarticular com movimentos que permitem principalmente flexão e extensão, inclinações laterais e rotação axial. Cada segmento apresenta arcos de movimento distintos (95).

O alinhamento ideal dos ossos e articulações é crítico para uma função eficiente do sistema musculoesquelético. Este princípio reflete o conceito do cone de economia de Dubousset, segundo o qual, dentro do centro do cone, o indivíduo pode permanecer em pé de uma forma ergonomicamente favorável. Contudo, grandes desvios nos planos sagital e coronal requerem aumentos nos gastos energéticos para manter a posição ortostática. Finalmente, progressões dos desvios para além da “zona estável do cone” resultam em perda do controle postural e na necessidade de suporte externo (96).

Uma vez que dois terços de toda massa corporal encontra-se acima

dos quadris, os balanços sagital e coronal da coluna exercem função primordial na manutenção de uma estreita relação entre o centro de massa corporal (centro de gravidade) e o perímetro de suporte fornecido pelos pés (97- 99).

A Scoliosis Research Society (SRS) define que há um balanço sagital adequado da coluna vertebral quando uma linha de prumo colocada sobre o centro do corpo vertebral de C7 permanece no perímetro de ± 2 cm do promontório sacral, como mostra a Figura 2 (95). Para manutenção desta estreita relação, o alinhamento sagital da coluna sofre influência das alterações adaptativas na pelve e nos membros inferiores (100).



Figura 2. Ilustração representativa da “zona de equilíbrio” na qual oscila a linha de prumo de C7.

Existe uma grande variação na morfologia sagital e as queixas entre diferentes pacientes que sofrem de problemas de coluna. O alinhamento da

coluna vertebral sagital e os estados clínicos não estão intimamente relacionados. Diferentes parâmetros têm sido utilizados para descrever a morfologia pélvico-espinal com base em radiografias laterais em posição ortostática (101).

O alinhamento no plano sagital é cada vez mais reconhecido como um parâmetro crítico na definição das doenças da coluna vertebral do adulto. Além disso, os parâmetros pélvicos revelam ser um componente-chave na regulação do alinhamento sagital (93).

A análise da pelve no plano sagital é comumente avaliada por três medidas angulares: a incidência pélvica (parâmetros morfológicos diretamente ligados a “morfortipo” sagital), a inclinação pélvica (ou retroversão da pelve, usada para manter uma postura ereta na definição de deformidade da coluna vertebral), e a inclinação sacral.

A postura da coluna vertebral no plano sagital pode ser avaliada objetivamente através da mensuração radiográfica panorâmica ortostática em perfil de vários parâmetros correlativos entre a pelve e a coluna. Existem parâmetros radiográficos angulares e lineares cujas mensurações permitem avaliar, de modo segmentar e globalmente, o alinhamento sagital da coluna. Porém, há ampla variação nos valores considerados normais (93). Essa variação é consequência da adaptação postural da coluna à morfologia pélvica específica de cada indivíduo. Assim, o termo alinhamento congruente deve ser preferido ao termo alinhamento normal (102).

Os principais parâmetros radiográficos necessários à compreensão da dinâmica espino-pélvica são descritos a seguir (Figura 3)

- Cifose torácica (CT) - Curvatura de convexidade posterior situada no segmento torácico. Mensurada pela técnica de Cobb entre as vértebras T4 e T12.

Apresenta variação normal entre 20-50 graus (93, 102-104).

- Lordose lombar (LL) - Curvatura de convexidade anterior situada no segmento lombar. Mensurada pela técnica de Cobb entre as vértebras L1 e S1. Apresenta variação normal entre 30-79 graus (93, 102-104).

O valor angular da lordose lombar resulta da anatomia dos corpos e discos intervertebrais e da inclinação sacral (*slope* sacral, SS) (105). Uma lordose lombar apropriada para um balanço sagital congruente apresenta um valor estimado em 80% da inclinação sacral ($LL = 0,8^\circ SS$) (106).

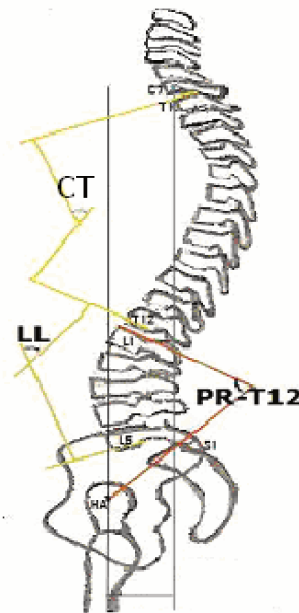


Figura 3. Ilustração representativa da aferição angular da cifose torácica (CT) e da lordose lombar (LL) pelo método de Cobb.

O ângulo de inclinação do sacro ou *slope* sacral (SS) é resultante de uma linha projetada a partir do platô superior do corpo vertebral de S1 em relação a uma linha paralela ao plano horizontal (Figura 4). Varia entre 20 e 65 graus, com média de 40°. Apresenta correlação direta com a lordose lombar. São medidas as

distâncias, no plano horizontal, das linhas de prumo em relação a pontos específicos de equilíbrio. As linhas de prumo normalmente partem de C7 ou T4 e os pontos de equilíbrio utilizados são a borda pósterio-superior de S1 e o eixo dos quadris (HA). Essas distâncias permitem a quantificação linear dos desequilíbrios sagitais da coluna (103). Apesar de a morfologia pélvica ser fixa, o valor geométrico pode variar em função da rotação da pelve sobre os quadris (*tilt* pélvico) sendo, portanto, um ângulo postural (107,108).



Figura 4. Ilustração representativa da aferição do ângulo de inclinação sacral (SS). Fonte: Medeiros (109).

O ângulo de inclinação da pelve ou *tilt* pélvico (PT) é formado entre uma linha vertical originada no centro da cabeça femoral e uma linha que parte do centro da cabeça femoral até o ponto médio do platô superior de S1 (Figura 5). Descreve o grau de rotação da pelve sobre os quadris sendo, portanto, um ângulo postural. Varia entre 5-30 graus com média de 12° (107, 108).

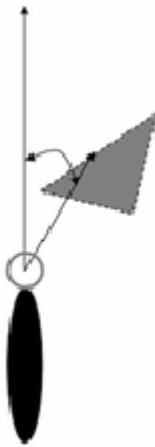


Figura 5. Ilustração representativa da aferição do ângulo de inclinação pélvica (TP).
Fonte: Medeiros (109).

A incidência pélvica (PI) é ângulo formado entre uma linha perpendicular ao no ponto médio do platô superior de S1 e uma linha que parte deste mesmo ponto em S1 até o centro da cabeça femoral (Figura 6). Este parâmetro é específico para cada indivíduo e não é afetado pela orientação tridimensional da pelve. Seu valor cresce progressivamente durante a adolescência e torna-se constante na fase adulta. Está diretamente relacionado ao valor da lordose lombar. Matematicamente observa-se uma relação geométrica: $PI = SS + PT$. Varia entre 34-84 graus com média de 52° (107, 108).



Figura 6. Ilustração representativa da aferição do ângulo da incidência pélvica (PI). Fonte: Medeiros (109).

O eixo vertical sagital (SVE) é identificado pela linha de prumo a partir de C7. Documenta a localização da cabeça em relação ao centro de gravidade (desvio da cabeça em relação ao promontório). Está alterado quando há desequilíbrios sagitais anteriores ou posteriores (108).

O ângulo espino-pélvico (ST) é formado entre uma linha que parte do centro de T1 até o centro do platô superior de S1 e uma linha paralela ao plano horizontal que cruza do centro do platô superior de S1 (Figura 7). Representa a inclinação final da coluna em relação ao plano horizontal, obtida a partir dos ajustes espino-pélvicos, necessária para manter C7 posicionado sobre o centro do sacro. Normalmente há pouca variação final: $95^{\circ} \pm 3,32^{\circ}$ (104).

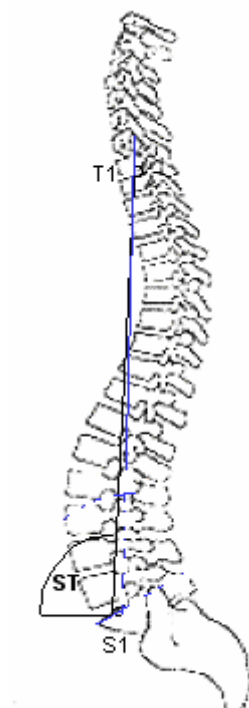


Figura 7. Ilustração representativa da aferição do ângulo espino-pélvico (ST). Fonte: Medeiros (109).

O raio pélvico (PR) é técnica descrita por Jackson cuja vantagem é a alta reprodutibilidade intra e interobservadores (103). Avalia indiretamente a influência da morfologia e balanço pélvicos sobre a lordose lombar a partir da criação da linha do raio pélvico (PR). A utilidade dessa linha (Figura 8) baseia-se no fato de ela representar o raio de rotação da pelve cujo centro está localizado no ponto médio de uma linha que cruza os centros das cabeças femorais (102, 103).

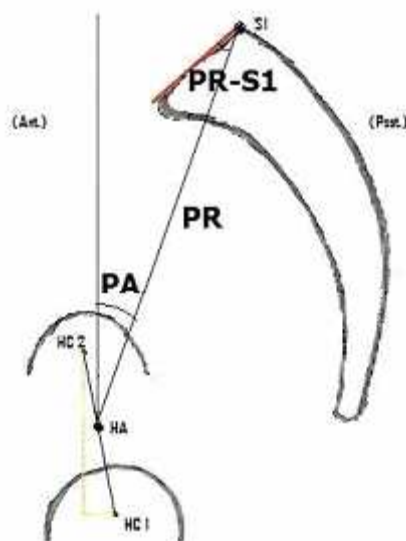


Figura 8. Ilustração representativa da definição do raio pélvico (PR). HC1 e HC2: eixos dos quadris; HA: eixo de rotação da pelve (ponto médio da linha que une os dois eixos dos quadris); PA: ângulo pélvico (variação da inclinação pélvica). Fonte: Medeiros (109).

Trabalhos recentes revelaram que, no cenário de inclinação do tronco anterior ("desequilíbrio da coluna vertebral"), o deslocamento posterior da pelve (em direção ao calcanhar), mantém uma distribuição de massa equilibrada (108). A complexa relação entre parâmetro pélvico e da coluna vertebral foram investigados para construir fórmulas de previsão do alinhamento espino-pélvico

pós-operatório. A análise do equilíbrio sagital recentemente passou a ser essencial na gestão das doenças degenerativas lombares, especialmente quando uma fusão espinhal é programada (4, 5, 8, 14, 110-113).

Mais recentemente, tem sido mostrado que a morfologia pélvica pode influenciar significativamente o balanço espino-pélvico do tronco humano em condições normais e patológicas. O objetivo final do balanço espino-pélvico é tentar manter a linha de prumo de C7 (LP) centrada sobre a bacia ou, mais precisamente, o centro de gravidade corporal próximo ao centro dos quadris (104). Para compreender como este mecanismo ocorre, pode-se considerar a pelve tal qual um pêndulo invertido cuja oscilação anterior e posterior ocorreria em torno do centro dos quadris. A partir da oscilação pélvica, a onda se propagaria à coluna vertebral, tal como um chicote, realizando mudanças na curvatura lombar.

A interpretação das relações espino-pélvicas pode ser didaticamente iniciada a partir da avaliação dos parâmetros pélvicos. Na posição ortostática, cada indivíduo apresenta uma incidência pélvica (PI) constante e resultante do somatório do *tilt* pélvico (PT) com o *slope* sacral (SS): “ $PI = SS + PT$ ” (107).

Quando há uma “anteriorização” da linha de prumo de C7 em relação aos quadris (desequilíbrio sagital anterior), a restauração do equilíbrio se inicia com a rotação posterior (extensão) da pelve sobre os quadris. Este fenômeno é representado radiograficamente pelo aumento do *tilt* pélvico. Quando há desvio posterior da linha de prumo de C7 (desequilíbrio sagital posterior), a mesma sequência de eventos ocorrerá em sentido contrário (diminuição do *tilt* pélvico devido à flexão dos quadris) (103, 108).

A rotação da bacia (mudança no *tilt* pélvico) ocasiona movimentos

conjugados de rotação e translação sobre o platô superior de S1. Esses deslocamentos resultam em mudanças na inclinação sacral (*slope* sacral), bem como modificam a posição relativa da junção lombo-sacra em relação aos quadris. Assim, o aumento do *tilt* pélvico (extensão dos quadris) irá transladar posteriormente e diminuir o *slope* sacral devido à “horizontalização” do platô superior de S1. Ao contrário, a diminuição do *tilt* pélvico (flexão dos quadris) irá transladar anteriormente e aumentar o *slope* sacral devido à verticalização do platô superior de S1 (102, 108).

As relações recíprocas entre o *slope* sacral e as características da curvatura lombar são consideradas componentes essenciais para o balanço sagital. As variações da lordose lombar no arco lordótico inferior são determinadas pelo *slope* sacral. Quando o *slope* sacral aumenta, o arco lordótico lombar inferior e a lordose lombar global também aumentam. Quando o *slope* sacral diminui, duas alterações podem ocorrer no arco lordótico lombar inferior: o comprimento do arco lombar inferior pode diminuir através da migração caudal do ápice da curva lordótica global, ou o arco lombar inferior pode ser retificado como consequência do aumento do raio da curvatura (114).

Uma vez que a incidência pélvica representa a ação conjunta das variáveis do *slope* sacral e do *tilt* pélvico, ela se relaciona à capacidade específica que cada indivíduo terá de compensar desequilíbrios sagitais. Assim, uma alta PI, à custa de alto SS e baixo PT, indica boa capacidade de compensação espino-pélvica (Figura 9). Já uma baixa PI indica pouca capacidade de compensação sagital.

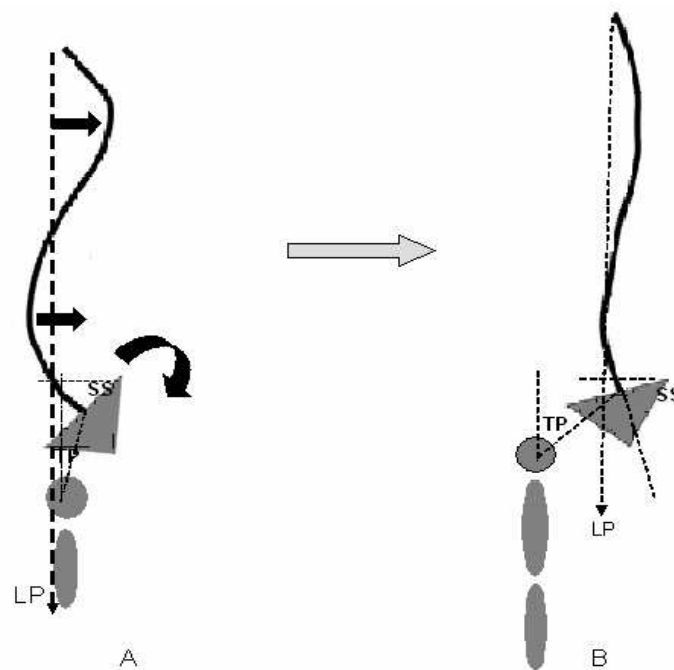


Figura 9. Ilustração representativa da biomecânica espino-pélvica. Fonte: Medeiros (109).

A - Desequilíbrio sagital anterior evidenciado através da localização anterior da linha de prumo (LP) em relação ao eixo dos quadris (HA). Observe o baixo valor angular do *tilt* pélvico (TP) e o alto valor da inclinação sacral (SS) associados a uma acentuada curvatura lordótica. **B** - Restabelecimento do equilíbrio sagital representado pela linha de prumo localizada entre o eixo dos quadris e o sacro. A rotação posterior da pelve (aumento do *tilt* pélvico - TP) translada e horizontaliza o platô superior de S1 (diminuição do SS) com translação posterior da linha de prumo (LP). Observe a associação entre a diminuição conjugada da inclinação sacral e da lordose lombar.

Diferentes parâmetros foram usados para descrever morfologia pélvica baseada em radiografia lateral em pé. Alguns desses parâmetros morfológicos são específicos para cada indivíduo e não afetados pela tridimensional orientação da pelve.

Jackson et al. (115) sugeriram a medida do ângulo de raio pélvico (PRA) para avaliar a morfologia pélvica. PRA, PSA, e PI são muito semelhantes e são igualmente bons métodos para avaliar a morfologia pélvica. Recentemente,

Jackson et al. (115) encontraram semelhanças entre as três técnicas de medição.

A PI é um parâmetro pélvico anatômico fundamental, específico e constante para cada indivíduo e determina orientação pélvica, bem como o tamanho da lordose lombar (LL). PI permanece relativamente constante durante a infância (116). Ela aumenta significativamente durante a adolescência até atingir o seu máximo e mantém constante o seu valor em idade adulta (117, 118).

A PI é definida como o ângulo entre uma linha perpendicular à placa sacral e uma linha unindo a placa sacral para o centro do eixo da cabeça femoral (Figura 10). É importante compreender que a PI, assim como PRA e PSA, são descritores da morfologia pélvica e não da orientação da pelve; portanto, seu valor angular não é afetado por mudanças na postura dos humanos e continuará a ser o mesmo se um indivíduo está de pé, sentado ou deitado, com o pressuposto de que não há movimento significativo nas articulações sacro-ilíacas (119).

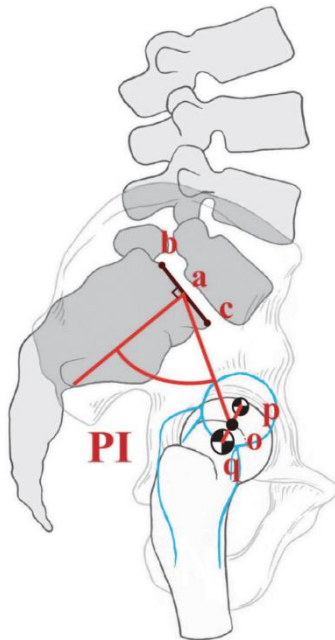


Figura 10. Medida da incidência pélvica (PI). Fonte: Labelle et al. (119).

Em contraste, o *tilt* pélvico (PT) e a inclinação sacral (SS) são variáveis e são muito úteis para caracterizar a orientação espacial da pelve. *Tilt* pélvico (PT) é definido como o ângulo subtendido por uma linha de referência vertical (VRL), originários do centro da cabeça do fêmur e o raio pélvico. É positivo quando o eixo do quadril encontra-se em frente do meio da placa motora sacral (119).

O *slope* ou inclinação sacral (Figura 11) é definido como o ângulo entre a placa sacral terminal e a linha horizontal, enquanto que PT (Figura 12) é definido como o ângulo entre a linha vertical e a linha do meio da placa motora sacral e o eixo de as cabeças femoral. Estas medidas, SS e PT, são realizadas para descrever a orientação da pelve no plano sagital e não na sua morfologia.

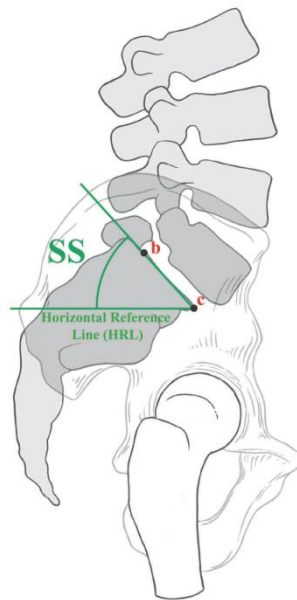


Figura 11. Inclinação sacral. Fonte: Labelle et al. (119).

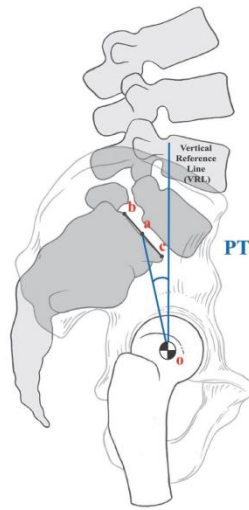


Figura 12. Inclinação pélvica. Fonte: Labelle et al. (119).

Vaz et al. (7) estudaram e relataram a associação e intervalos de PI, PT, SS, LL, e cifose torácica (TK) em 100 jovens voluntários adultos normais e demonstraram que todos esses parâmetros estão intimamente ligados e equilibrados por atividade muscular para manter o eixo global de gravidade sobre a cabeça femoral (Figura 13). A forma da pelve, melhor quantificada pelo ângulo PI, determina a posição sacral. A coluna vertebral reage a essa posição, adaptando através de LL, a quantidade de lordose aumentando à medida que o SS aumenta para equilibrar o tronco na posição vertical.

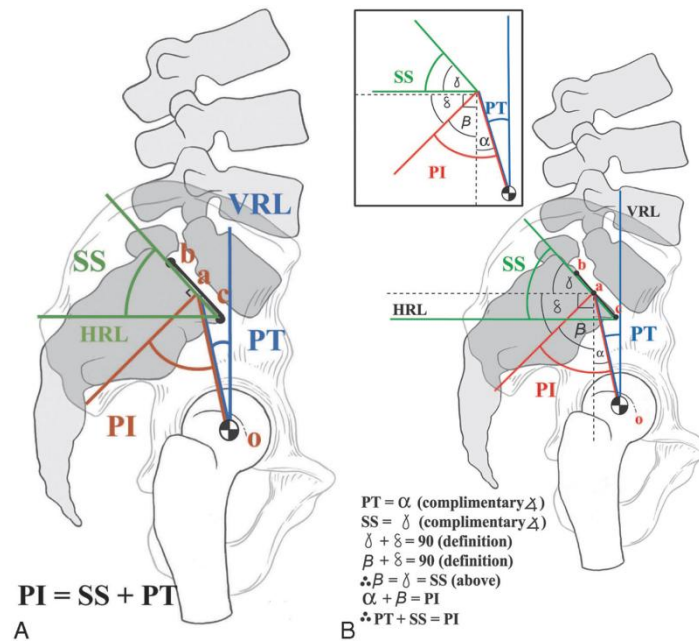


Figura 13. Equilíbrio pélvico. Fonte: Labelle et al. (119).

Para o caso de quando as cabeças femorais não são sobrepostas, o centro de cada cabeça femoral é marcada, e um segmento de linha liga os centros das cabeças femorais. O raio pélvico será medido a partir do centro desta linha para o centro da placa sacral (4, 5, 8, 14, 110-113).

O alinhamento da coluna sagital e apresentação clínica ainda não têm uma correlação bem definida. Morfologia sagital é específica para cada indivíduo e varia de uma pessoa para outra, assim como os sintomas. Diferentes parâmetros têm sido usados para descrever a morfologia espino-pélvica baseado em radiografias laterais em ortostática (94).

É sabido que existe uma correlação entre a inclinação do sacro e da lordose lombar (120). Da mesma forma, a posição pélvica sagital influencia o equilíbrio da coluna vertebral (107, 121).

Recentemente, foi estudado o alinhamento sagital da coluna lombar durante o crescimento (118). O aumento da incidência pélvica foi definido durante o crescimento para identificar como ocorre a inclinação pélvica e a lordose lombar.

Analisando a postura de pé na posição vertical, é necessário identificar uma medida exata da orientação de vários segmentos do corpo em relação à linha de gravidade. A linha de gravidade global foi definida, em média, 9 mm anterior à linha bi-coxofemoral em adultos jovens saudáveis (120).

O equilíbrio sagital é caracterizado por ambos os parâmetros pélvicos e da coluna vertebral. Vários estudos têm sido realizados na população normal e em pacientes com lombalgia (7, 12, 20, 114, 122-124).

Para a população normal, um equilíbrio padrão sagital não existe. Pode-se observar grande variabilidade do alinhamento da coluna vertebral, com uma vasta gama de valores normais em adultos, portanto não é razoável estabelecer uma curva cifótica ou lordótica normal. O importante é ter uma congruência ideal entre os parâmetros pélvicos e da coluna vertebral, a fim de alcançar uma postura econômica, que coloca o eixo de gravidade em uma posição fisiológica adequada (106, 107, 111). O problema refere-se à grande variabilidade de alinhamento da coluna vertebral na população normal, com uma vasta gama de valores normais em adultos (120, 122, 123).

O alinhamento ideal da coluna vertebral e sua posição em relação à pelve e membros inferiores têm importantes implicações clínicas. Acentuada perda de alinhamento plano sagital é vista em condições iatrogênicas como o *flatback*. No entanto, formas mais leves e até deformidades podem levar à

inclinação do tronco anterior, tornando o equilíbrio em pé ineficiente. Embora pareça que, nos estágios iniciais de deformidade, a retroversão pélvica possa oferecer alojamento, o recrutamento de outros mecanismos compensatórios (por exemplo, flexão do joelho) está associado a um maior esforço, eventual fadiga e incapacidade. No cenário das deformidades congênitas da coluna, é raro observar desequilíbrio fixo global sagital devido aos mecanismos compensatórios na coluna e nos membros inferiores. No entanto, a posição compensatória da pelve e a perda da capacidade de tolerar a deformidade regional com o envelhecimento é comum. O desequilíbrio sagital fixo engloba as síndromes em que os pacientes são incapazes de ficar eretos sem flexionar os quadris e joelhos para compensar o mau alinhamento sagital da coluna vertebral devido à perda da lordose lombar segmentar (LL) (10, 125).

O desequilíbrio sagital fixo comumente resulta de causas iatrogênicas, tais como fusões “hipolordóticas”, pseudoartrose, ou cifose pós-laminectomia, e pode também resultar de trauma, anomalias congênitas ou estados de doença (por exemplo, espondilite anquilosante) (100, 126).

Quando os pacientes geralmente têm extensas áreas de sua coluna que inibem a sua capacidade para compensar sua deformidade através do posicionamento do pescoço e angulação pélvica, o tratamento do desequilíbrio sagital fixo geralmente requer osteotomia da coluna vertebral para recuperar o alinhamento da coluna global (127).

A osteotomia de subtração pedicular (PSO) foi desenvolvida como um método cada vez mais popular e poderoso para corrigir o desequilíbrio sagital fixo, restaurando LL e corrigindo o contorno sagital da coluna vertebral. Correção de

aproximadamente 30° a 35° podem ser normalmente obtidas a partir de uma única osteotomia (125, 128, 129).

4. CASUÍSTICA E MÉTODO

Um grupo de 23 pacientes com estenose do canal lombar e indicação de tratamento cirúrgico, foi formado no período de julho de 2010 a outubro de 2011 e chamado Grupo Estenose. Um segundo grupo de 17 indivíduos saudáveis, chamado Controle, foi utilizado para análise comparativa dos dados.

O grupo de pacientes com estenose do canal lombar foi constituído por pacientes encaminhados ao Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC-Unicamp) para tratamento cirúrgico e somente os que tiveram o diagnóstico e indicação cirúrgica confirmados, através da anamnese, exame clínico e exame de ressonância magnética, avaliados por pelo menos dois cirurgiões de coluna do serviço de Cirurgia de Coluna do HC-Unicamp, foram incluídos neste estudo. O grupo controle foi obtido solicitando-se, de maneira não obrigatória, que cada paciente com estenose lombar incluído no estudo encaminhasse um indivíduo acima de 50 anos, sadio e sem queixa na coluna.

Os critérios de exclusão foram indivíduos que apresentavam cirurgia prévia de coluna vertebral, diabetes, polineuropatias, alcoolismo, outras dores ortopédicas e contraindicações à exposição ao raio X.

No grupo estenose, a idade variou de 40 a 78 anos, com média de 55 anos, sendo 10 mulheres e 13 homens. O grupo controle teve média de idade de 50,5 anos e a idade variou de 35 a 63 anos, com 11 indivíduos do sexo feminino e 6 do sexo masculino.

Este estudo transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (CAAE 0700.0.146.000-07 e CEP 959-2007) e os dados foram coletados somente após o esclarecimento e consentimento de todos os pacientes e participantes do grupo controle.

5. MÉTODO

Os dados dos parâmetros do alinhamento sagital (PAS) foram obtidos através da história e exame clínico de todos os indivíduos, inclusive os do grupo controle. Os sintomas analisados foram lombalgia, radiculopatia e claudicação neurogênica, e registrados como presente (+) ou ausente (-). Devido à possibilidade de um indivíduo ter mais de uma queixa, a mais importante foi nomeada como principal, a segunda como secundária e como mista, quando apresentava três queixas.

A avaliação clínica e dos exames de imagem foi feita nos dois grupos com dados coletados pelas anamneses, exames clínicos, exames neurológicos sensitivo e motor, aplicação do questionário de Oswestry, avaliação pela Escala Analógica de Dor (EAD), medidas do canal lombar por área em mm² e pelo diâmetro anteroposterior do canal em milímetros na ressonância magnética.

A avaliação do PAS foi obtida através dos parâmetros pélvicos e vertebrais, que foram medidos em radiografias panorâmicas em ortostática na posição “*clasped*” (17). Os indivíduos foram orientados a ficar em pé na posição ereta, com as mãos cruzadas na frente do púbis, na projeção lateral (perfil), e com as mãos paralelas ao corpo na projeção anteroposterior. A distância entre o aparelho radiográfico e o filme foi mantida em 230 cm para todos os indivíduos e os filmes utilizados foram de 30 x 90 cm, expondo desde a base do crânio até o terço proximal do fêmur.

PARÂMETROS VERTEBRAIS

Os parâmetros vertebrais incluídos na análise foram: lordose lombar

(LL), cifose torácica (CT), eixo sagital vertical (ESV), listese anteroposterior (LAP), lordose lombo-pélvica total (LLT), lombo-pélvica regional (LLR), eixo sagital em T1, T4 e T9 (ES1, ES4, ES9), inclinação sagital T1-L5 (IST1-L5) e *offset* sagital em T1 e T9 (OS1 e OS9), que foram registrados de acordo com o método descrito em pormenores abaixo. Listese anteroposterior é a medida da distância na horizontal, em milímetros, entre a linha vertical da parede posterior da vértebra superior e da linha vertical da parede posterior da vértebra inferior.

Conforme mostrado esquematicamente na Figura 14a, cifose torácica T4-T12 é medida usando-se o método do ângulo de Cobb entre o platô superior de T4 e o platô inferior de T12 (Figura 14a). A lordose lombar é a medida do ângulo de Cobb do platô superior S1 até o platô superior de L1. Lordose lombo-pélvica total é a medida do ângulo entre a linha do raio pélvico (segmento de reta entre o centro de rotação femoral e o limite pósterio-superior de S1) e a linha tangente do platô inferior de T12. Lordose lombo-pélvica regional é definida como o ângulo entre a linha do raio pélvico e as linhas tangentes aos platôs superiores das vértebras lombares (130).

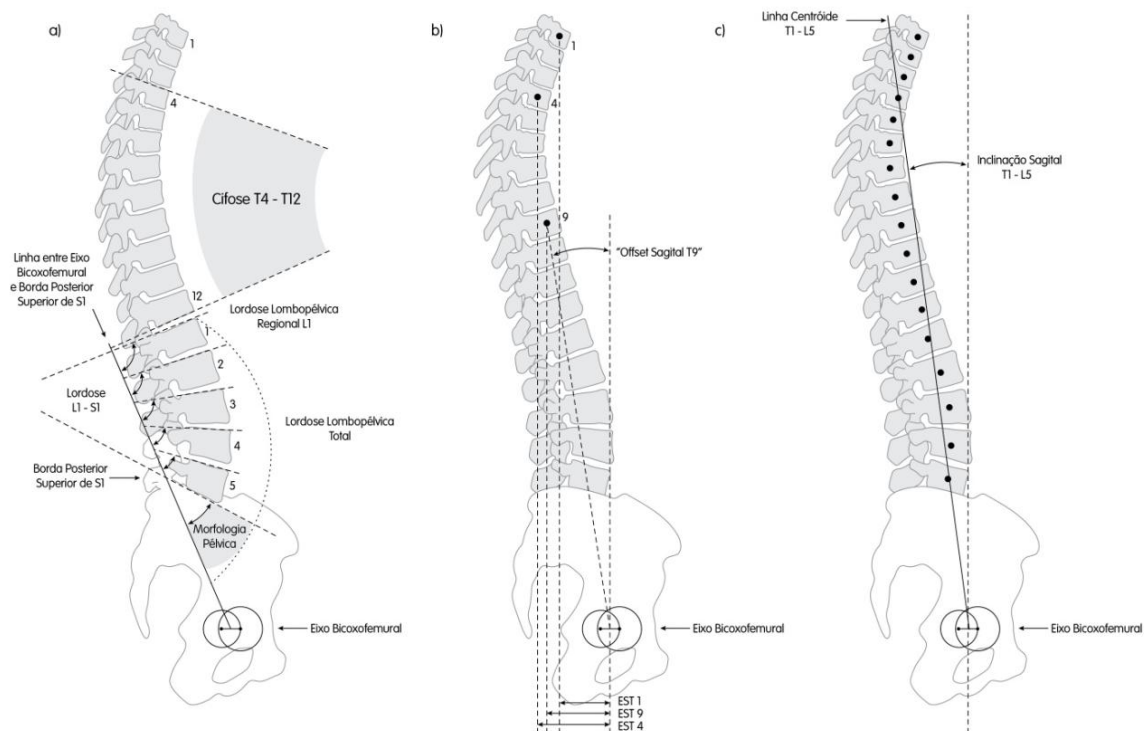


Figura 14. Cifose torácica T4-T12, lordose lombar, lordose lombo-pélvica total, lordose lombo-pélvica regional e morfologia pélvica (a); eixo sagital T1, T4 e T9, offset sagital T9 (b) e inclinação sagital T1-L5 (c)

Conforme se pode acompanhar na Figura 14b, eixo sagital em T1, T4 e T9 é a medida da distância entre as linhas de prumo que passam através do centro de rotação femoral e do centro dos corpos vertebrais de T1, T4 e T9. *Offset* sagital em T1 e T9 é a medida do ângulo entre a linha vertical e a linha que passa entre o centroide de T1 e T9 e o centro de rotação femoral (130).

Inclinação sagital T1-L5 é a medida do ângulo entre a linha que une o centro do corpo vertebral de T1 e L5 e a linha vertical (Figura 14c). Eixo sagital vertical (C7-S1) é a medida da distância na horizontal entre a linha de prumo de C7 e a linha vertical através do ponto pósterio-superior de S1 (130).

PARÂMETROS PÉLVICOS

Os parâmetros pélvicos incluídos foram o *tilt* pélvico, *slope* sacral, a incidência pélvica, inclinação sacral, morfologia pélvica, ângulo sacro-femoral, distância sacro-femoral e *overhang*, como mostrado esquematicamente na Figura 15 e descrito em detalhes a seguir.

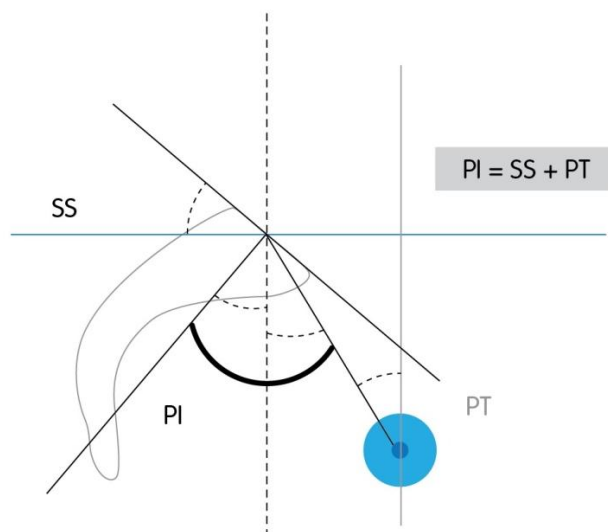


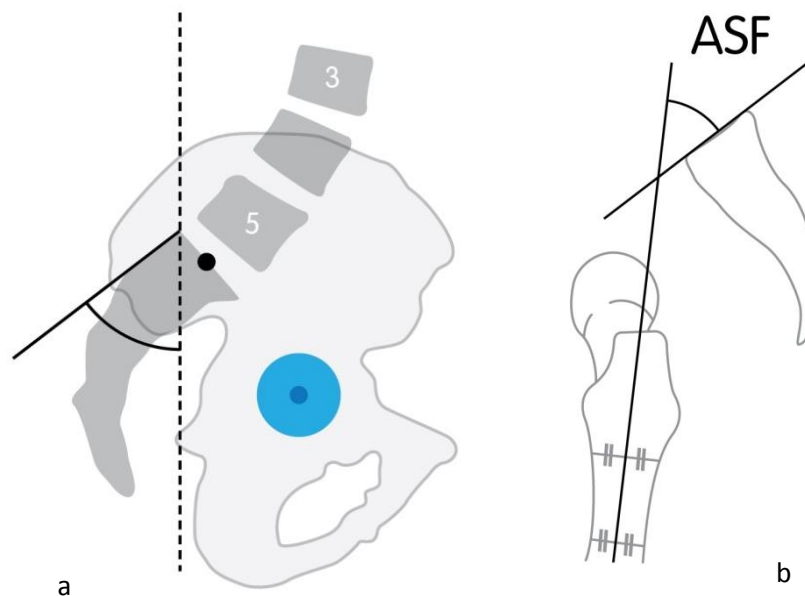
Figura 15. *Slope* sacral (SS), *tilt* pélvico (PT) e incidência pélvica (PI)

A incidência pélvica (131) é definida como o ângulo entre a perpendicular ao platô sacral e a linha que conecta o ponto médio do platô sacral com o centro de rotação femoral. Este é um parâmetro morfológico e considerado uma constante, independentemente da orientação espacial da pelve. O *tilt* pélvico (131) corresponde ao ângulo entre a linha que conecta o ponto médio do platô sacral ao eixo de rotação femoral e a linha vertical. O *slope* sacral (131)

corresponde ao ângulo entre a linha do platô sacral e a linha horizontal (Figura 16, na próxima página).

A inclinação sacral (131) é a medida do ângulo entre a linha vertical e a linha tangente à parede posterior S1 (Figura 16a). O ângulo sacro-femoral (106) é a medida do ângulo entre a linha do platô superior de S1 e o eixo da diáfise femoral proximal (Figura 16b). A distância sacro-femoral (106) é medida em milímetros entre as linhas de prumo que passam pelo centro de rotação femoral e pelo promontório sacral (Figura 16c). O *overhang* (131) é a distância na horizontal entre as linhas verticais que passam pelo ponto médio do platô sacral e o centro de rotação femoral (Figura 16d).

A morfologia pélvica (130) é a medida do ângulo entre a linha do raio pélvico e a linha ao longo do platô superior de S1 (Figura 14a).



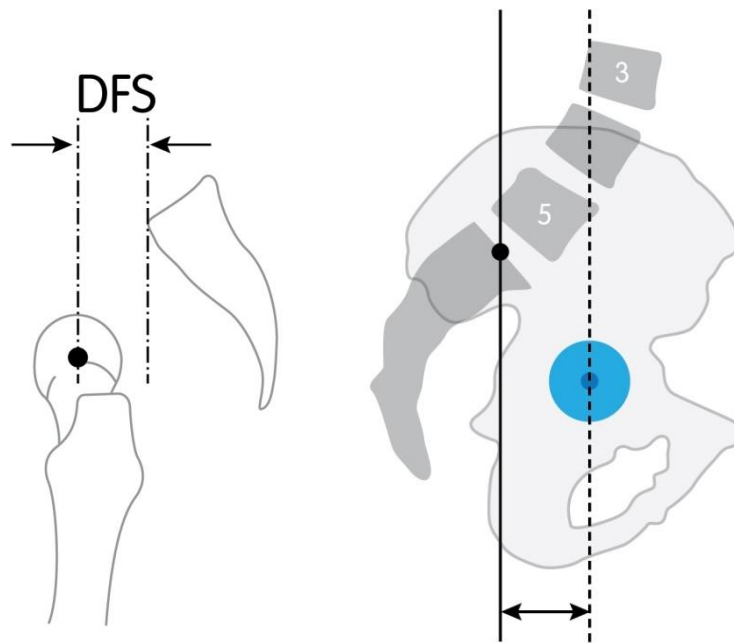


Figura 16. Inclinação sacral (a), ângulo sacro-femoral (ASF, b), distância sacro-femoral (DSF, c) e *overhang* (d).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Fase 1

As correlações estatísticas dos sintomas clínicos e dos PAS foram realizadas entre o grupo controle e o grupo estenose e seus subgrupos. Esses subgrupos foram formados de acordo com a queixa predominante dos pacientes do grupo estenose da seguinte maneira: subgrupos lombalgia, formado com os pacientes com queixa predominante de lombalgia, e assim sucessivamente com o grupo radiculopatia, subgrupo claudicação e subgrupo misto.

Fase 2

As correlações dos sintomas clínicos e dos PAS foram realizadas entre o grupo estenose como um todo e os subgrupos lombalgia, radiculopatia e claudicação. Para a comparação entre os grupos controle e casos, as medidas qualitativas foram descritas pelas frequências absolutas e relativas e a existência de associação dessas medidas com os grupos pelo uso do teste exato de Fisher (132).

As medidas quantitativas foram descritas segundo os grupos, sendo avaliados média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo e comparadas pelo teste de Mann-Whitney (132).

Para verificar a existência da relação das medidas radiográficas (diâmetro, ângulo e área) com as medidas quantitativas clínicas dos casos e controles, foram calculadas as correlações de Spearman (132).

Os testes foram realizados com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

6. RESULTADOS

Neste estudo prospectivo, a descrição das variáveis clínicas e sintomas por grupo está demonstrada na Tabela 2. A queixa de lombalgia obteve o maior índice de significância entre os grupos ($p = 0,005$).

Tabela 2. Descrição das variáveis clínicas de acordo com os grupos de estudo.

Variável	Categoria	Grupo				Total	
		Controle		Estenose			
		n	%	n	%	n	%
Gênero	Feminino	11	64,0	10	43,5	21	52,5
	Masculino	6	35,3	13	56,5	19	47,5
Queixa principal							
Dor lombar	Ausente	11	78,6	11	52,4	22	62,9
	Presente	3	21,4	10	47,6	13	37,1
Radiculopatia	Ausente	13	92,9	17	81,0	30	85,7
	Presente	1	7,1	4	19,0	5	14,3
Claudicação	Ausente	14	100,0	18	85,7	32	91,4
	Presente	0	0,0	3	14,3	3	8,6
Deformidade	Ausente	14	100,0	20	95,2	34	97,1
	Presente	0	0,0	1	4,8	1	2,9
Queixa mista	Ausente	14	100,0	18	85,7	32	91,4
	Presente	0	0,0	3	14,3	3	8,6
Queixa secundária							
Dor lombar	Ausente	14	100,0	12	57,1	26	74,3
	Presente	0	0,0	9	42,9	9	25,7
Radiculopatia	Ausente	12	85,7	14	66,7	26	74,3
	Presente	2	14,3	7	33,3	9	25,7
Claudicação	Ausente	14	100,0	16	76,2	30	85,7
	Presente	0	0,0	5	23,8	5	14,3

O grupo estenose apresenta estatisticamente menores valores de áreas na secção transversal em L3-L4, L4-L5 e L5-S1 ($p < 0,05$), menores diâmetros do canal entre todas as vértebras lombares ($p = 0,001$) e maiores valores no

questionário de Oswestry ($p = 0,001$) (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação entre o Índice de Disfunção de Oswestry (IO, em %) e as medidas da ressonância nuclear magnética descritas como média (M), mediana (Me), valores mínimo (mi) e máximo (ma) e desvio padrão (DP) de acordo com os grupos do estudo e valores de p (teste de Spearman)

	Controle						Estenose						p
	M	DP	Me	mi	ma	n	M	DP	Me	mi	ma	n	
IO	11,80	17,88	6	0	68	15	45,59	17,39	44	20	68	17	<0,001
Seção transversal													
L1-L2	159,50	33,55	150	131	207	4	161,13	48,90	181,5	88	225	16	0,892
L2-L3	180,69	47,23	176	117	253	13	141,39	52,84	141	33	232	23	0,060
L3-L4	156,94	41,48	146	91	231	16	117,43	39,63	114	36	189	23	0,007
L4-L5	161,56	43,92	156	103	280	16	93,83	44,99	94	28	192	23	<0,001
L5-S1	166,94	51,24	153	92	244	16	118,30	76,11	87	29	316	23	0,011
Diâmetro do canal													
L1-L2	15,03	2,01	14,6	10,7	18,4	16	11,60	2,69	12,2	6,3	16,1	23	<0,001
L2-L3	13,69	1,59	13,95	10,6	15,9	16	10,26	3,10	10,7	4,3	15	23	<0,001
L3-L4	12,71	1,66	12,4	10,4	16,9	16	9,24	2,15	9,2	5,1	13,3	23	<0,001
L4-L5	12,49	1,57	12,5	9,6	15,4	16	8,38	2,99	8,1	4	15,4	23	<0,001
L5-S1	13,82	2,15	13,9	9,5	18,5	16	10,93	2,95	11	5,6	17,1	23	0,002

Fase 1

Comparando-se todos os dados radiográficos do equilíbrio sagital entre o grupo Estenose e grupo Controle, obtém-se que o grupo Estenose apresenta menores valores de lordose lombo-pélvica total ($p = 0,006$) e lordose regional de L1, L2 e L3 ($p = 0,026$). Todos os outros parâmetros vertebrais e pélvicos não apresentam diferença significativa (Tabela 4).

Tabela 4. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e grupo de estudo; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney

	Controle						Estenose						p
	M	DP	me	mi	ma	n	M	DP	me	mi	ma	n	
DC	4,2	5,82	0	0	15	15	15,1	21,35	7,5	0	78	20	0,122
CT (T4-T12)	40,87	9,83	41	25	59	15	35,3	11,5	38,5	14	52	20	0,24
LL (L1-S1)	59,93	10,67	59	48	81	15	48	18,17	50	20	80	20	0,064
ESV (C7-S1)	-2,27	22,33	-5	-35	50	15	8,8	38,08	10	-100	70	20	0,107
TP	13	5,57	14	5	25	15	15,65	7,65	17	5	29	20	0,179
SS	41,27	10,31	40	26	60	15	36,35	12,53	35	13	67	20	0,202
IS	45,87	6,5	46	33	54	15	44,05	13,14	44,5	6	63	20	0,805
IP	52,33	14,73	51	29	82	15	50,35	14,82	51	32	80	20	0,61
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,34	0,9	0	0	3	15	0,37	1,21	0	0	5	19	0,681
L2-L3	0,74	1,33	0	0	4	15	0,58	1,43	0	0	5	19	0,493
L3-L4	0,88	1,68	0	0	5	15	1,21	4,6	0	0	20	19	0,302
L4-L5	0,21	0,77	0	0	3	15	1,01	3,21	0	0	13	19	0,891
L5-S1	0,01	0,02	0	0	0,09	15	0,26	1,15	0	0	5	19	0,973
LLPT	93,29	7,18	93	76	102	14	80,47	15,56	83	40	100	19	0,006
Lordose lombo-pélvica regional													
L1	93,71	4,48	92,5	88	103	14	81,11	13,1	85	55	100	19	0,001
L2	91,43	4,96	90,5	85	98	14	78	17,46	82	23	100	19	0,002
L3	89,21	12,58	88	74	111	14	76,11	18,14	75	25	110	19	0,026
L4	84	19,36	75,5	65	118	14	73,68	22,52	70	30	126	19	0,114
L5	80,14	33,21	64	50	132	14	70,95	31,35	61	33	140	19	0,397
MP	63,29	47,21	40	14	150	14	47,79	38,62	40	8	175	19	0,602
Eixo sagital													
T1	-26,08	46,9 3	-35	-86	70	13	-10,47	45,15	-10	-83	105	19	0,195
T4	-42,08	62,5 5	-57	-115	80	13	-34,11	46,05	-30	-105	75	19	0,426
T9	-43,92	67,2 8	-65	-117	79	13	-44,63	47,9	-50	-93	60	19	0,677
Offset sagital													
T1	6,46	3,31	7	0	10	13	5	3,4	5	0	12	19	0,17
T9	12,92	2,84	13	9	21	13	8,79	8,19	10	-13	20	19	0,126
ISag T1-T5	9,07	5,76	8,5	2	26	14	9,89	8,25	7	0	25	19	0,706
ASF	42,38	21,1 2	42	10	90	13	52,33	15,25	50	15	78	18	0,082
DSF	7,38	15,8	10	-32	24	13	12	22,27	13	-25	60	18	0,622
Overhang	20,5	12,9 4	20	2	47	14	25,42	17,33	25	2	63	19	0,529

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica; LL = lordose lombar; ESV = eixo sagital vertical; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Nos pacientes com estenose e queixa de lombalgia, a lordose lombo-pélvica total e lordose regional em L1, L2 e L3 são estatisticamente menores ($p < 0,05$) comparadas ao grupo controle (Tabela 5).

Tabela 5. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de lombalgia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Controle						Estenose com queixa de lombalgia						p
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	
DC	4,20	5,82	0	0	15	15	15,39	22,14	7,5	0	78	18	0,135
CT	40,87	9,83	41	25	59	15	36,83	11,08	39,5	14	52	18	0,464
LL	59,93	10,67	59	48	81	15	48,22	17,34	50	20	80	18	0,057
ESV	-2,27	22,33	-5	-35	50	15	6,22	38,58	10	-100	70	18	0,190
TP	13,00	5,57	14	5	25	15	14,72	7,38	16,5	5	29	18	0,343
SS	41,27	10,31	40	26	60	15	36,33	10,51	35	22	67	18	0,166
IS	45,87	6,50	46	33	54	15	43,78	13,18	44,5	6	63	18	0,735
IP	52,33	14,73	51	29	82	15	49,28	13,65	51	32	80	18	0,532
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,34	0,90	0	0	3	15	0,39	1,24	0	0	5	18	0,708
L2-L3	0,74	1,33	0	0	4	15	0,61	1,46	0	0	5	18	0,532
L3-L4	0,88	1,68	0	0	5	15	1,28	4,73	0	0	20	18	0,325
L4-L5	0,21	0,77	0	0	3	15	1,06	3,30	0	0	13	18	0,845
L5-S1	0,01	0,02	0	0	0,09	15	0,28	1,18	0	0	5	18	0,986
LLPT	93,29	7,18	93	76	102	14	81,29	15,08	83	40	100	17	0,009
Lordose lombopélvica regional													
L1	93,71	4,48	92,5	88	103	14	81,94	11,87	85	60	100	17	0,001
L2	91,43	4,96	90,5	85	98	14	77,47	17,37	82	23	95	17	0,001
L3	89,21	12,58	88	74	111	14	74,65	17,06	75	25	96	17	0,017
L4	84,00	19,36	75,5	65	118	14	71,00	19,73	70	30	106	17	0,077
L5	80,14	33,21	64	50	132	14	67,41	28,10	60	33	130	17	0,230
MP	63,29	47,21	40	14	150	14	40,53	24,69	40	8	125	17	0,377
Eixo Sagital													
T1	-26,08	46,93	-35	-86	70	13	-13,59	46,83	-27	-83	105	17	0,300
T4	-42,08	62,55	-57	-115	80	13	-36,35	48,29	-31	-105	75	17	0,563
T9	-43,92	67,28	-65	-117	79	13	-45,00	50,36	-50	-93	60	17	0,837
Offset sagital													
T1	6,46	3,31	7	0	10	13	5,24	3,51	5	0	12	17	0,245
T9	12,92	2,84	13	9	21	13	10,29	6,52	10	-6	20	17	0,263
ISag	9,07	5,76	8,5	2	26	14	9,41	8,59	7	0	25	17	0,399
ASF	42,38	21,12	42	10	90	13	53,25	11,65	50	30	78	16	0,056
DSF	7,38	15,80	10	-32	24	13	9,88	22,41	11,5	-25	60	16	0,914
Overhang	20,50	12,94	20	2	47	14	24,06	17,26	25	2	63	17	0,710

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Comparados ao grupo controle, tem-se que os pacientes com estenose e queixa de radiculopatia apresentam maior valor de *tilt* pélvico ($p = 0,004$) e menores valores de lordose lombo-pélvica total e lordose regional em L1 e L2 ($p < 0,05$; Tabela 6).

Tabela 6. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de radiculopatia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Controle						Estenose com radiculopatia						p
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	
DC	4,20	5,82	0	0	15	15	13,00	15,87	10	0	50	10	0,160
CT	40,87	9,83	41	25	59	15	33,90	13,16	32	20	52	10	0,216
LL	59,93	10,67	59	48	81	15	49,00	18,96	50	22	75	10	0,238
ESV	-2,27	22,33	-5	-35	50	15	10,00	26,33	9,5	-30	55	10	0,196
TP	13,00	5,57	14	5	25	15	19,50	5,58	19	10	29	10	0,004
SS	41,27	10,31	40	26	60	15	33,90	14,15	33,5	13	60	10	0,144
IS	45,87	6,50	46	33	54	15	43,10	10,02	42	31	59	10	0,367
IP	52,33	14,73	51	29	82	15	52,80	16,73	52	32	80	10	0,935
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,34	0,90	0	0	3	15	0,00	0,00	0	0	0	9	0,446
L2-L3	0,74	1,33	0	0	4	15	0,33	1,00	0	0	3	9	0,411
L3-L4	0,88	1,68	0	0	5	15	2,22	6,67	0	0	20	9	0,482
L4-L5	0,21	0,77	0	0	3	15	0,00	0,00	0	0	0	9	0,599
L5-S1	0,01	0,02	0	0	0,09	15	0,00	0,00	0	0	0	9	0,815
LLPT	93,29	7,18	93	76	102	14	77,89	12,10	80	56	94	9	0,003
Lordose lombopélvica regional													
L1	93,71	4,48	92,5	88	103	14	78,67	13,97	83	55	93	9	0,003
L2	91,43	4,96	90,5	85	98	14	79,00	13,89	83	61	100	9	0,028
L3	89,21	12,58	88	74	111	14	77,89	17,52	72	60	110	9	0,083
L4	84,00	19,36	75,5	65	118	14	75,11	26,81	66	47	126	9	0,109
L5	80,14	33,21	64	50	132	14	74,89	37,61	60	33	140	9	0,477
MP	63,29	47,21	40	14	150	14	56,89	55,71	43	8	175	9	0,643
Eixo sagital													
T1	-26,08	46,93	-35	-86	70	13	-23,11	35,38	-35	-83	25	9	0,601
T4	-42,08	62,55	-57	-115	80	13	-45,56	45,24	-60	-95	50	9	1,000
T9	-43,92	67,28	-65	-117	79	13	-57,78	49,43	-75	-93	60	9	0,601
Offset sagital													
T1	6,46	3,31	7	0	10	13	5,33	3,08	5	2	12	9	0,262
T9	12,92	2,84	13	9	21	13	10,11	9,62	13	-13	18	9	0,948
ISag	9,07	5,76	8,5	2	26	14	8,89	7,47	7	0	24	9	0,688
ASF	42,38	21,12	42	10	90	13	49,38	19,78	50	15	75	8	0,374
DSF	7,38	15,80	10	-32	24	13	17,25	24,76	15	-23	60	8	0,414
<i>Overhang</i>	20,50	12,94	20	2	47	14	31,89	16,31	28	7	63	9	0,083

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Nos pacientes com estenose e queixa de claudicação, a lordose lombopélvica regional em L1 e L2 e o *offset* sagital T9 ($p = 0,045$) são menores que o grupo controle ($p = 0,050$ e $0,029$ respectivamente; Tabela 7).

Tabela 7. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de claudicação; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Controle						Estenose com claudicação						p
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	
DC	4,20	5,82	0	0	15	15	11,75	17,21	4,5	0	50	8	0,294
CT	40,87	9,83	41	25	59	15	40,00	6,55	40	26	47	8	0,925
LL	59,93	10,67	59	48	81	15	53,75	13,06	50	40	80	8	0,238
ESV	-2,27	22,33	-5	-35	50	15	6,25	55,03	16,5	-100	70	8	0,325
TP	13,00	5,57	14	5	25	15	9,50	6,46	6,5	5	23	8	0,149
SS	41,27	10,31	40	26	60	15	40,75	11,40	37,5	30	67	8	0,825
IS	45,87	6,50	46	33	54	15	46,00	18,21	52,5	6	63	8	0,213
IP	52,33	14,73	51	29	82	15	47,88	13,81	45,5	32	74	8	0,466
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,34	0,90	0	0	3	15	0,88	1,81	0	0	5	8	0,776
L2-L3	0,74	1,33	0	0	4	15	1,00	1,93	0	0	5	8	0,925
L3-L4	0,88	1,68	0	0	5	15	0,38	1,06	0	0	3	8	0,428
L4-L5	0,21	0,77	0	0	3	15	2,38	4,78	0	0	13	8	0,591
L5-S1	0,01	0,02	0	0	0,09	15	0,63	1,77	0	0	5	8	0,825
LLPT	93,29	7,18	93	76	102	14	90,63	7,17	90,5	81	100	8	0,365
Lordose lombopélvica regional													
L1	93,71	4,48	92,5	88	103	14	88,63	6,37	89	80	100	8	0,050
L2	91,43	4,96	90,5	85	98	14	85,38	6,61	83,5	75	95	8	0,029
L3	89,21	12,58	88	74	111	14	81,50	8,68	83	70	95	8	0,212
L4	84,00	19,36	75,5	65	118	14	78,00	13,59	75	60	103	8	0,664
L5	80,14	33,21	64	50	132	14	71,50	26,53	62	50	130	8	0,714
MP	63,29	47,21	40	14	150	14	39,38	8,35	40	26	49	8	0,664
Eixo sagital													
T1	-26,08	46,93	-35	-86	70	13	-17,38	35,18	-7,5	-80	35	8	0,268
T4	-42,08	62,55	-57	-115	80	13	-38,50	33,20	-30	-105	-5	8	0,374
T9	-43,92	67,28	-65	-117	79	13	-43,75	38,35	-45	-93	28	8	0,414
Offset sagital													
T1	6,46	3,31	7	0	10	13	3,63	3,42	4	0	9	8	0,064
T9	12,92	2,84	13	9	21	13	7,25	7,83	6	-6	20	8	0,045
Isag	9,07	5,76	8,5	2	26	14	9,75	9,77	6,5	0	25	8	0,402
ASF	42,38	21,12	42	10	90	13	53,00	11,77	50	40	78	8	0,140
DSF	7,38	15,80	10	-32	24	13	4,50	20,91	6	-25	35	8	0,697
<i>Overhang</i>	20,50	12,94	20	2	47	14	14,88	14,16	10	2	46	8	0,212

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; Isag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

As correlações entre as variáveis do equilíbrio sagital e a distância de claudicação neurogênica demonstram que a cifose torácica ($p = 0,05$), a lordose lombar L1-S1 ($p = 0,043$) e o *offset* sagital de T9 ($p = 0,002$) têm uma relação direta, enquanto a listese L4-L5 ($p = 0,021$), eixo sagital T4 ($p = 0,041$) e eixo sagital T9 ($p = 0,045$) apresentam uma relação inversa (Tabela 8).

Tabela 8. Correlações entre parâmetros do alinhamento sagital e a distância de claudicação nos pacientes com estenose do canal lombar; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP)

		Idade	Claudicação			Idade	Claudicação
DC	r	0,064	0,124	Lordose regional lombo-pélvica			
	p	0,787	0,602	L1	r	-0,229	0,257
CT (T4-T12)	r	-0,257	0,607		p	0,345	0,287
	p	0,274	0,005	L2	r	-0,271	0,307
LL (L1S1)	r	-0,178	0,457		p	0,262	0,202
	p	0,452	0,043	L3	r	-0,104	0,234
ESV (C7S1)	r	-0,011	-0,213		p	0,672	0,335
	p	0,963	0,366	L4	r	0,081	0,075
TP	r	0,018	0,077		p	0,742	0,759
	p	0,941	0,749	L5	r	0,176	0,051
SS	r	0,05	0,09		p	0,471	0,837
	p	0,835	0,705	PM	r	0,268	-0,384
IS	r	-0,094	0,019		p	0,268	0,105
	p	0,693	0,935				
IP	r	0,144	0,122				
	p	0,546	0,607				
LLPT	r	-0,203	0,17				
	p	0,404	0,486				

Tabela 8. continuação							
Eixo sagital				Offset sagital			
T1	r	0,222	-0,285	T1	r	-0,177	0,005
	p	0,36	0,238		p	0,469	0,983
T4	r	0,383	-0,472	T9	r	-0,495	0,664
	p	0,106	0,041		p	0,031	0,002
T9	r	0,442	-0,465	ISag T1-T5	r	0,243	0,075
	p	0,058	0,045		p	0,316	0,76
				ASF	r	0,125	-0,094
					p	0,621	0,71
				DSF	r	-0,121	-0,066
					p	0,633	0,795
				Overhang	r	0,021	0,037
					p	0,931	0,879

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica; LL = lordose lombar; ESV = eixo sagital vertical; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Fase 2

Todos os pacientes com queixa de lombalgia apresentam maiores valores de cifose torácica ($p = 0,035$) e lordose lombo-pélvica regional em L1 ($p = 0,028$) e menores valores de *tilt* pélvico ($p = 0,029$), *offset* sagital T1 ($p = 0,022$), distância sacro-femoral ($p = 0,014$) e *overhang* ($p = 0,035$), quando comparados aos pacientes sem a mesma queixa (Tabela 9).

Tabela 9. Correlações entre parâmetros do alinhamento sagital segundo queixa de lombalgia nos pacientes com estenose do canal lombar; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP).

	Lombalgia ausente						Lombalgia presente						p
	M	DP	Me	Mi	Ma	N	M	DP	Me	Mi	Ma	N	
DC	16,8	26,87	3,5	0	78	10	13,4	15,28	13,5	0	50	10	0,684
CT (T4-T12)	29,6	10,57	29,5	14	45	10	41	9,76	42,5	20	52	10	0,035
LL (L1S1)	43,6	20,57	44,5	20	75	10	52,4	15,19	50	22	80	10	0,218
ESV (C7-S1)	1,4	43,11	9,5	-100	55	10	16,2	32,89	18,5	-30	70	10	0,436
TP	19,8	7,1	20	5	29	10	11,5	5,91	10	5	20	10	0,029
SS	36,1	13,22	35	13	60	10	36,6	12,51	35	22	67	10	0,971
IS	38,6	13,93	41	6	59	10	49,5	10,22	52,5	31	63	10	0,063
IP	54	16,73	55,5	32	80	10	46,7	12,43	45,5	32	74	10	0,218
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,78	1,72	0	0	5	9	0	0	0	0	0	10	0,447
L2-L3	1,22	1,92	0	0	5	9	0	0	0	0	0	10	0,243
L3-L4	0,33	1	0	0	3	9	2	6,32	0	0	20	10	1
L4-L5	2,12	4,53	0	0	13	9	0	0	0	0	0	10	0,243
L5-S1	0,56	1,67	0	0	5	9	0	0	0	0	0	10	0,72
LLPT	73,11	17,44	78	40	94	9	87,1	10,54	88	65	100	10	0,065
Lordose lombo-pélvica regional													
L1	74,22	13,82	80	55	93	9	87,3	9,14	89	65	100	10	0,028
L2	70,78	22,2	73	23	100	9	84,5	8,53	84	64	95	10	0,113
L3	70,33	23,1	68	25	110	9	81,3	10,99	80	65	96	10	0,113
L4	67,67	26,59	67	30	126	9	79,1	17,81	72,5	55	106	10	0,243
L5	62,78	31,6	62	33	140	9	78,3	30,85	60,5	47	130	10	0,497
MP	50,44	48,41	43	8	175	9	45,4	29,76	40	14	125	10	1
ES													
T1	-11	61,38	-35	-83	105	9	-10	26,97	-7,5	-42	35	10	0,78
T4	-32,67	55,45	-20	-105	75	9	-35,4	38,78	-30,5	-80	50	10	0,78
T9	-42,67	54,19	-60	-93	54	9	-46,4	44,39	-47,5	-92	60	10	0,842
Offset sagital													
T1	6,89	3,14	6	2	12	9	3,3	2,75	4	0	8	10	0,022
T9	8,33	9,72	10	-13	20	9	9,2	7,05	9,5	-6	18	10	0,968
ISag T1-T5	9,44	5,98	8	0	20	9	10,3	10,2	7	0	25	10	0,661
ASF	53,11	18,11	53	15	75	9	51,56	12,85	50	30	78	9	0,605
DSF	24,89	16,74	18	10	60	9	-0,89	19,98	0	-25	35	9	0,014
Overhang	35,33	17,56	27	8	63	9	16,5	11,82	10	2	35	10	0,035

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica; LL = lordose lombar; ESV = eixo sagital vertical; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

No grupo estenose, os pacientes com radiculopatia apresentaram menor lordose regional em L2, L3 e L4 ($p = 0,047$, $p = 0,047$ e $p = 0,023$ respectivamente; Tabela 10).

Tabela 10. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com queixa de radiculopatia; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Radiculopatia ausente						Radiculopatia presente						
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	p
DC	17,29	22,46	12	0	78	17	2,67	4,62	0	0	8	3	0,258
CT	35,94	11,79	39	14	52	17	31,67	11,06	33	20	42	3	0,546
LL	47,41	18,05	50	20	80	17	51,33	22,59	49	30	75	3	0,921
ESV	7,65	40,15	10	-100	70	17	15,33	28,38	10	-10	46	3	0,842
TP	14,59	7,48	17	5	28	17	21,67	6,66	20	16	29	3	0,216
SS	35,88	12,70	35	13	67	17	39,00	13,75	42	24	51	3	0,616
IS	44,53	13,94	46	6	63	17	41,33	8,50	41	33	50	3	0,479
IP	49,12	13,32	50	32	80	17	57,33	24,11	60	32	80	3	0,546
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,44	1,31	0	0	5	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,793
L2-L3	0,50	1,41	0	0	5	16	1,00	1,73	0	0	3	3	0,634
L3-L4	1,44	5,01	0	0	20	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,793
L4-L5	1,19	3,49	0	0	13	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,634
L5-S1	0,31	1,25	0	0	5	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,875
LLPT	81,12	16,34	85	40	100	17	75,00	4,24	75	72	78	2	0,292
Lordose lombopélvica regional													
L1	82,18	13,17	87	55	100	17	72,00	11,31	72	64	80	2	0,234
L2	79,29	17,93	83	23	100	17	67,00	8,49	67	61	73	2	0,140
L3	77,82	18,44	75		110	17	61,50	2,12	61,5	60	63	2	0,047
L4	76,35	22,29	70	30	126	17	51,00	5,66	51	47	55	2	0,047
L5	74,59	31,08	62	35	140	17	40,00	9,90	40	33	47	2	0,023
MP	50,41	39,62	40	14	175	17	25,50	24,75	25,5	8	43	2	0,351
Eixo sagital													
T1	-4,76	43,50	-5	-80	105	17	-59,00	33,94	-59	-83	-35	2	0,187
T4	-29,29	45,85	-30	-105	75	17	-75,00	28,28	-75	-95	-55	2	0,234
T9	-40,00	48,52	-45	-93	60	17	-84,00	12,73	-84	-93	-75	2	0,140
Offset sagital													
T1	4,59	3,12	5	0	10	17	8,50	4,95	8,5	5	12	2	0,292
T9	8,24	8,42	9	-13	20	17	13,50	4,95	13,5	10	17	2	0,351
Isag	10,59	8,35	7	0	25	17	4,00	5,66	4	0	8	2	0,421
ASF	51,25	15,37	50	15	78	16	61,00	15,56	61	50	72	2	0,549
DSF	8,81	19,92	11,5	-25	40	16	37,50	31,82	37,5	15	60	2	0,157
<i>Overhang</i>	23,24	15,63	24	2	50	17	44,00	26,87	44	25	63	2	0,234

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Os pacientes com queixa de claudicação apresentam menores valores de *tilt* pélvico e *overhang* que os pacientes com estenose sem queixa de claudicação ($p = 0,002$ e $p = 0,020$ respectivamente), enquanto que a lordose lombo-pélvica total é maior nos pacientes com queixa de claudicação ($p = 0,007$; Tabela 11).

Tabela 11. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com ou sem queixa de claudicação; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Estenose sem queixa de claudicação						Estenose com queixa de claudicação						p
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	
DC	17,33	24,19	10	0	78	12	11,75	17,21	4,5	0	50	8	0,792
CT	32,17	13,21	32	14	52	12	40,00	6,55	40	26	47	8	0,238
LL	44,17	20,53	49,5	20	75	12	53,75	13,06	50	40	80	8	0,427
ESV	10,50	23,88	10	-30	55	12	6,25	55,03	16,5	-100	70	8	0,851
TP	19,75	5,36	19	10	29	12	9,50	6,46	6,5	5	23	8	0,002
SS	33,42	12,84	31,5	13	60	12	40,75	11,40	37,5	30	67	8	0,115
IS	42,75	9,10	41	31	59	12	46,00	18,21	52,5	6	63	8	0,208
IP	52,00	15,83	52	32	80	12	47,88	13,81	45,5	32	74	8	0,571
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,00	0,00	0	0	0	11	0,88	1,81	0	0	5	8	0,395
L2-L3	0,27	0,90	0	0	3	11	1,00	1,93	0	0	5	8	0,545
L3-L4	1,82	6,03	0	0	20	11	0,38	1,06	0	0	3	8	0,968
L4-L5	0,01	0,03	0	0	0,1	11	2,38	4,78	0	0	13	8	0,545
L5-S1	0,00	0,00	0	0	0	11	0,63	1,77	0	0	5	8	0,657
LLPT	73,09	16,05	78	40	94	11	90,63	7,17	90,5	81	100	8	0,007
Lordose lombopélvica regional													
L1	75,64	14,23	80	55	93	11	88,63	6,37	89	80	100	8	0,091
L2	72,64	21,05	73	23	100	11	85,38	6,61	83,5	75	95	8	0,206
L3	72,18	22,35	68	25	110	11	81,50	8,68	83	70	95	8	0,177
L4	70,55	27,53	66	30	126	11	78,00	13,59	75	60	103	8	0,177
L5	70,55	35,73	60	33	140	11	71,50	26,53	62	50	130	8	0,545
MP	53,91	50,38	43	8	175	11	39,38	8,35	40	26	49	8	0,968
Eixo sagital													
T1	-5,45	52,31	-27	-83	105	11	-17,38	35,18	-7,5	-80	35	8	0,657
T4	-30,91	54,95	-55	-95	75	11	-38,50	33,20	-30	-105	-5	8	0,968
T9	-45,27	55,67	-63	-93	60	11	-43,75	38,35	-45	-93	28	8	0,717
Offset sagital													
T1	6,00	3,16	5	2	12	11	3,63	3,42	4	0	9	8	0,272
T9	9,91	8,63	10	-13	18	11	7,25	7,83	6	-6	20	8	0,238
Isag	10,00	7,47	8	0	24	11	9,75	9,77	6,5	0	25	8	0,717
ASF	51,80	18,20	51,5	15	75	10	53,00	11,77	50	40	78	8	0,762
DSF	18,00	22,50	15	-23	60	10	4,50	20,91	6	-25	35	8	0,203
<i>Overhang</i>	33,09	15,70	28	7	63	11	14,88	14,16	10	2	46	8	0,020

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Os pacientes com queixa mista apresentam maiores valores de eixo sagital T1 ($p = 0,014$) e eixo sagital T4 ($p = 0,023$; Tabela 12).

Tabela 12. Dados dos parâmetros do alinhamento sagital de acordo com o nível e o subgrupo com ou sem queixa mista; valores expressos em média (M), mediana (me), valores mínimo (mi) e máximo (ma), desvio padrão (DP) e valores de p de acordo com o teste de Mann-Whitney.

	Ausente						Presente						p
	M	DP	me	mi	ma	N	M	DP	me	mi	ma	N	
DC	13,18	16,17	8	0	50	17	26,00	45,03	0	0	78	3	0,842
CT	37,41	10,69	40	20	52	17	23,33	9,50	23	14	33	3	0,072
LL	50,00	16,11	50	22	80	17	36,67	28,87	20	20	70	3	0,305
ESV	5,59	39,68	9	-100	70	17	27,00	24,43	16	10	55	3	0,358
TP	14,76	7,87	16	5	29	17	20,67	4,04	20	17	25	3	0,216
SS	35,59	12,13	35	13	67	17	40,67	16,74	31	31	60	3	>0,999
IS	43,53	13,77	46	6	63	17	47,00	10,39	41	41	59	3	0,765
IP	48,88	13,80	50	32	80	17	58,67	21,01	58	38	80	3	0,358
Listese anteroposterior (mm)													
L1-L2	0,44	1,31	0	0	5	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,793
L2-L3	0,69	1,54	0	0	5	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,634
L3-L4	1,44	5,01	0	0	20	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,793
L4-L5	1,19	3,49	0	0	13	16	0,03	0,06	0	0	0,1	3	0,712
L5-S1	0,31	1,25	0	0	5	16	0,00	0,00	0	0	0	3	0,875
LLPT	83,44	12,01	84	56	100	16	64,67	25,54	63	40	91	3	0,211
Lordose lombopélvica regional													
L1	82,75	12,02	86	55	100	16	72,33	18,01	64	60	93	3	0,487
L2	80,88	10,58	82,5	61	95	16	62,67	38,55	65	23	100	3	0,559
L3	77,69	11,71	75	60	96	16	67,67	42,50	68	25	110	3	0,712
L4	73,38	17,26	70	47	106	16	75,33	48,22	70	30	126	3	1,000
L5	69,13	27,77	60,5	33	130	16	80,67	53,82	67	35	140	3	0,634
MP	40,75	25,36	40	8	125	16	85,33	78,01	48	33	175	3	0,211
Eixo sagital													
T1	-22,44	34,35	-31	-83	35	16	53,33	47,35	43	12	105	3	0,014
T4	-44,25	39,33	-43	-105	50	16	20,00	47,70	-5	-10	75	3	0,023
T9	-52,94	44,60	-61,5	-93	60	16	-0,33	47,27	-23	-32	54	3	0,064
Offset sagital													
T1	4,69	3,30	5	0	12	16	6,67	4,16	8	2	10	3	0,421
T9	9,00	8,91	10	-13	20	16	7,67	2,52	8	5	10	3	0,559
Isag	8,88	8,44	7	0	25	16	15,33	5,03	16	10	20	3	0,138
ASF	53,60	13,00	50	30	78	15	46,00	26,89	60	15	63	3	0,912
DSF	10,40	23,83	13	-25	60	15	20,00	11,14	18	10	32	3	0,426
Overhang	23,88	17,81	24	2	63	16	33,67	14,22	27	24	50	3	0,359

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica T4-T12; LL = lordose lombar L1-S1; ESV = eixo sagital vertical C7-S1; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital T1-T5; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Observou-se, entre todos os pacientes do grupo Estenose, uma relação inversa entre Escala Analógica de Dor e a lordose lombo-pélvica regional em L2 e L3 ($p < 0,035$) (Tabela 13).

Tabela 13. Valores das correlações da Escala Analógica de Dor com os parâmetros do alinhamento sagital dos pacientes com estenose do canal lombar segundo tipo de sintoma

		Radiculopatia	Lombalgia	Claudicação	p
DC	r	0,269	-0,002	-0,312	0,133
	p	0,484	0,995	0,496	0,599
CT (T4-T12)	r	-0,652	-0,413	-0,171	-0,428
	p	0,057	0,112	0,713	0,077
LL (L1-S1)	r	-0,792	-0,064	0,412	-0,207
	p	0,011	0,814	0,359	0,41
ESV (C7-S1)	r	-0,127	0,28	0,397	0,145
	p	0,746	0,294	0,379	0,565
TP	r	-0,142	0,148	-0,255	0,2
	p	0,715	0,585	0,581	0,425
SS	r	-0,819	-0,178	0,655	-0,339
	p	0,007	0,509	0,11	0,169
IS	r	-0,878	-0,115	0,487	-0,286
	p	0,002	0,672	0,268	0,25
IP	r	-0,621	0,027	0,187	-0,113
	p	0,074	0,92	0,688	0,656
Listese anteroposterior (mm)					
L1-L2	r	.	-0,591	-0,817	-0,573
	p	.	0,016	0,025	0,016
L2-L3	r	-0,168	-0,565	-0,817	-0,528
	p	0,691	0,023	0,025	0,03
L3-L4	r	0,504	0,037	-0,535	0,034
	p	0,203	0,892	0,216	0,898
L4-L5	r	.	-0,216	-0,35	-0,178
	p	.	0,422	0,441	0,495
L5-S1	r	.	-0,404	-0,535	-0,393
	p	.	0,12	0,216	0,119
LLPT	r	-0,819	-0,244	0,337	-0,378
	p	0,013	0,38	0,46	0,135

Tabela 13. Continuação

Lordose lombo-pélvica regional				
L1	r	-0,836	-0,23	0,337
	p	0,01	0,409	0,46
L2	r	-0,807	-0,444	-0,35
	p	0,015	0,097	0,022
L3	r	-0,651	-0,395	-0,449
	p	0,081	0,145	0,035
L4	r	-0,261	-0,239	-0,198
	p	0,533	0,392	0,16
L5	r	-0,297	-0,306	-0,281
	p	0,475	0,267	0,122
MP	r	-0,158	-0,122	-0,028
	p	0,709	0,665	0,952
Eixo sagital				
T1	r	0,241	0,339	0,73
	p	0,565	0,217	0,063
T4	r	0,139	0,11	0
	p	0,742	0,697	1
T9	r	0,157	0,14	0
	p	0,711	0,618	1
Offset sagital				
T1	r	0,118	-0,24	-0,529
	p	0,781	0,389	0,222
T9	r	-0,201	-0,145	-0,264
	p	0,633	0,606	0,567
Isag T1-T5	r	-0,479	-0,186	0,151
	p	0,23	0,508	0,746
ASF	r	0,556	0,334	0,576
	p	0,153	0,224	0,176
DSF	r	-0,333	-0,318	-0,655
	p	0,42	0,248	0,11
<i>Overhang</i>	r	0,229	0,13	-0,147
	p	0,586	0,645	0,753

DC = desequilíbrio coronal; CT = cifose torácica; LL = lordose lombar; ESV = eixo sagital vertical; TP = tilt pélvico; SS = slope sacral; IS = inclinação sacral; IP = inclinação pélvica; LLPT = lordose lombo-pélvica total; MP = morfologia pélvica; ISag = inclinação sagital; ASF = ângulo sacro-femoral; DSF = distância sacro-femoral

Nos pacientes com queixa de radiculopatia, houve uma relação inversa entre dor e lordose lombar ($p = 0,011$), inclinação sacral ($p = 0,002$), lordose lombo-pélvica total ($p = 0,013$), *slope* sacral ($p = 0,007$) e a lordose lombo-pélvica regional em L1 e L2 ($p = 0,010$ e $p = 0,015$ respectivamente, Tabela 13).

7. DISCUSSÃO

Vários estudos (5, 133, 134) que relacionam os dados dos parâmetros do alinhamento sagital (PAS) entre grupos controle de indivíduos normais com grupo de pacientes com dor lombar apresentam resultados contraditórios. Alguns autores concluem que não há diferenças significativas do PAS entre grupo controle e grupo de indivíduos com dor lombar (4, 11), e contrariamente a estes, outros estudos, como o de Barrey et al. (19), obtiveram diferenças significativas.

Alguns aspectos desses estudos que podem explicar essa contradição de resultados: uma é o fato de que muitas doenças lombares têm sintomas similares, especialmente a dor lombar, que também pode estar associada a radiculopatia e claudicação. É difícil interpretar dados da avaliação de pacientes com dor lombar com diferentes doenças degenerativas. Neste estudo, embora o número de indivíduos do grupo controle seja pequeno, as características socioeconômicas, de faixa etária, de origem, de formação cultural e laboral são semelhantes às do grupo com estenose, divergindo basicamente na existência da doença. Todos tinham uma doença definida, a estenose do canal lombar. Neste estudo, pela primeira vez, as correlações dos PAS com sintomas de grupo de pacientes de uma única doença e não com grupos de doenças traz a possibilidade de mostrar relações com maior significância e interpretação clínica, do que valores apenas de significância estatística.

No presente estudo a avaliação do PAS do grupo estenose contendo todos os sintomas com os indivíduos do grupo controle, obteve-se no grupo estenose uma diminuição significativa da lordose lombo-pélvica total; da lordose lombo-pélvica regional em L1, em L2 e em L3. Esses resultados são diferentes de estudos prévios (14, 19) que comparam os PAS do grupo de pacientes com dor

lombar com os indivíduos sãos; os quais demonstram, no grupo de pacientes com dor lombar, uma significativa diminuição do *slope* sacral, da lordose lombar e um aumento do *tilt* pélvico, achados estes considerados previstos no processo de envelhecimento e degeneração da coluna vertebral e pelve (13, 131). No entanto, o estudo mais recente e com a maior casuística no grupo controle e no grupo de pacientes com dor lombar relatado por Chaléat-Valayer et al. (17), demonstrou no grupo de pacientes com dor lombar uma diminuição do *slope* sacral e da incidência pélvica, e a justificativa dos autores para não ter sido observado o aumento no *tilt* pélvico foi a não ocorrência do mecanismo de compensação de retroversão da pelve. Os resultados deste estudo não demonstram diminuição do *slope* sacral (SS) e aumento do *tilt* pélvico (TP) no grupo Estenose, e a interpretação desse fato associada aos dados obtidos sugere que os pacientes do grupo estenose apresentam uma significativa menor lordose, porém não desenvolvem a retroversão da pelve como mecanismo de compensação.

Quando dividimos em três o grupo Estenose de acordo com a predominância de sintomas lombalgia, radiculopatia e claudicação e analisamos cada um destes subgrupos com o grupo controle, a diminuição significativa do parâmetro lordose lombar é mantida nos três subgrupos, porém no subgrupo de radiculopatia, observa-se um aumento significativo do *tilt* pélvico e, no subgrupo claudicação, uma diminuição significativa do *offset* sagital T9. Na divisão do grupo Estenose em subgrupos por sintomas, observamos duas importantes diferenças. Uma possível explicação para o aumento do TP (parâmetro pélvico) no subgrupo radiculopatia seria o fato de haver um mecanismo compensatório de retroversão da pelve, já a diminuição do *offset* sagital T9 (parâmetro vertebral) seria um

mecanismo compensatório de “anteriorização” da coluna para aumentar a área do canal lombar.

Na relação do PAS com a distância de claudicação, os pacientes que caminharam distâncias maiores apresentaram significativamente maiores valores de cifose torácica, lordose lombar e *offset* sagital T9 e menores valores de eixo sagital T4 e eixo sagital T9. Esses dados poderiam refletir uma melhor situação de compensação a um menor grau de estenose.

Os pacientes do subgrupo lombalgia apresentam maiores valores de cifose torácica e lordose lombo-pélvica em L1, e menores valores de *tilt* pélvico, *offset* sagital T1, distância sacro-femoral e *overhang*. Esses resultados podem sugerir que os pacientes com lombalgia apresentam menor retroversão da pelve e maior cifose torácica alta do que os pacientes do grupo estenose sem lombalgia como queixa principal.

Uma diminuição significativa nos valores da lordose regional de L3, L4 e L5 foi observada no subgrupo radiculopatia, o que pode representar que neste subgrupo a lordose lombar baixa é menor. Não encontramos estudos na literatura reportando esta correlação.

O subgrupo claudicação apresenta menores valores de *tilt* pélvico, *overhang* e aumento da lordose lombo-pélvica total, sugerindo neste subgrupo uma menor retroversão da pelve.

O subgrupo queixa mista revela aumento dos valores do eixo sagital T1 e do eixo sagital T4. Nesses pacientes, pode ocorrer uma maior retroversão da pelve com um afastamento maior do sacro em relação ao eixo bi-coxofemoral.

A correlação entre a Escala Analógica de Dor (EAD) e os PAS no

subgrupo lombalgia demonstra que, quanto maior o valor na EAD, menores são os valores de lordose regional em L2 e em L3. No subgrupo radiculopatia, quanto maior o valor de dor na EAD, menores são os valores da lordose lombar L1-L5, inclinação sacral, lordose lombo-pélvica total, *slope* sacral. Não houve correlação estatisticamente significativa no subgrupo claudicação.

Esses resultados podem nos permitir uma melhor interpretação clínica e principalmente, a aplicação prática dos dados. Por exemplo, neste estudo, os pacientes do grupo estenose foram encaminhados para tratamento cirúrgico e teriam a mesma proposta terapêutica. Utilizando-se os resultados obtidos, as correções do PAS seriam específicas para cada subgrupo, a lordose lombar total e a regional alta seriam tratadas em todos os subgrupos, o aumento do *tilt* pélvico somente no subgrupo radiculopatia e a diminuição do *offset* T9 no subgrupo claudicação. Este estudo demonstra que há correlações significativas dos sintomas e dos PAS entre o grupo Estenose e grupo controle e também entre os subgrupos do grupo Estenose divididos por tipo de queixa, que podem ser úteis na prática clínica. Novos estudos das relações entre os sintomas e doenças da coluna lombar, com maior casuística, são necessários para melhor avaliação diagnóstica e terapêutica.

8. CONCLUSÃO

Este estudo demonstra que há correlações significativas dos sintomas e dos PAS entre o grupo estenose e grupo controle e também entre os subgrupos do grupo estenose divididos por tipo de queixa, e que podem ser úteis na prática clínica. Esses resultados podem nos permitir uma melhor interpretação clínica e, principalmente, aplicação prática dos dados.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Goh KJ, Khalifa W, Anslow P, Cadoux-Hudson T, Donaghy M. The clinical syndrome associated with lumbar spinal stenosis. *Eur Neurol* 2004;52(4):242-9.
2. Taylor JA, Bussi res A. Diagnostic imaging for spinal disorders in the elderly: a narrative review. *Chiropr. Man Therap.* 2012;20(1):16.
3. During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985;10(1):83-7.
4. Lazennec JY, Ramar  S, Arafati N, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *Eur Spine J*. 2000;9(1):47-55
5. Izumi Y, Kumano K. Analysis of sagittal lumbar alignment before and after posterior instrumentation: risk factor for adjacent unfused segment. *Eur J Orthop Surg Traum.* 2001;11(1):9-13.
6. Koroivessis P, Dimas A, Iliopaulos P, Lambiris E. Correlative analysis of lateral vertebral radiographic variables and medical outcomes study short-form health survey: a comparative study in asymptomatic volunteers versus patients with low back pain. *J Spinal Disord Tech* 2002;15(5):384-90.
7. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagital morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*. 2002;11(1):80-7
8. Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal*

Disord Tech. 2005;18(1):40-7.

9. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2024-9.

10. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(12):1351-8.

11. Gautier J, Morillon P, Marcelli C. Does spinal morphology influence the occurrence of low back pain? A retrospective clinical, anthropometric, and radiological study. *Rev Rhum Engl Ed*. 1999;66(1):29-34.

12. Duval-Beaupère G, Legaye J. Composante saggitale de la statique rachidienne. *Rev Rhum* 2004;71:105-19.

13. Ohtori S, Ito T, Yamashita M et al. Evaluation of low back pain using the Japanese Orthopaedic Association Back Pain Evaluation Questionnaire for lumbar spinal disease in a multicenter study: differences in scores based on age, sex, and type of disease *J Orthop Sci*. 2010;15(1):86-91.

14. Mangione P, SÉNÉGAS J. [Sagittal balance of the spine]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1997;83(1):22-32.

15. Saal JS. General principles of diagnostic testing as related to painful lumbar spine disorders: a critical appraisal of current diagnostic techniques. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002; 27(22):2538-45; discussion 2546.

16. Aebi M. Sagittal balance of the spine: consequences for the treatment of the degenerative spine. *Eur Spine J* 2011 Suppl 5;555.
17. Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2011;20 Suppl 5:634-40.
18. George SZ, Hicks GE, Nevitt MA, Cauley JA, Vogt MT. The relationship between lumbar lordosis and radiologic variables and lumbar lordosis and clinical variables in elderly, African-American women. *J Spinal Disord Tech*. 2003;16(2):200-6.
19. Barrey C, Jund J, Nosedà O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007;16(9):1459-67.
20. Rajnics P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illes T. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions. *Int Orthop*. 2002;26(2):104-108.
21. Takahashi K, Kagechika K, Takino T, et al. Changes in epidural pressure during walking in patients with lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(24):2746-9.
22. Hansraj KK, Cammisa FP Jr, O'Leary PF, et al. Decompressive surgery for typical lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(384):10-7.
23. Friberg S, Hirsch C. Anatomical and clinical studies on lumbar disc degeneration. *Acta Orthop Scand*. 1949;19(2):222-42.

24. Hennemann S, Picada R. Estenose do canal cervical. In: Hernandez AJ, editor. Ortopedia do adulto. Rio de Janeiro: Revinter; 2004, p. 61-75.
25. Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, et al. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. Clin Orthop Relat Res. 1976; (115):4-5.
26. Verbiest H. Chapter 16. Neurogenic intermittent claudication in cases with absolute and relative stenosis of the lumbar vertebral canal (ASLC and RLSC), in cases with narrow lumbar intervertebral foramina, and in cases with both entities. Clin Neurosurg. 1973;20:204-214.
27. Joffe R, Appleby A, Arjona V. "Intermittent ischaemia" of the cauda equina due to stenosis of the lumbar canal. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1966;29(4):315-8.
28. Roberson GH, Llewellyn HJ, Taveras JM. The narrow lumbar spinal canal syndrome. Radiology. 1973;107(1):89-97.
29. Hanai K. Dynamic measurement of intraosseous pressures in lumbar spinal vertebrae with reference to spinal canal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 1980;5(6):568-74.
30. Epstein BS, Epstein JA, Jones MD. Degenerative spondylolisthesis with an intact neural arch. Radiol Clin North Am. 1977;15(2):275-87.
31. Wilkinson HA, LeMAY ML, Ferris EJ. Roentgenographic correlations in cervical spondylosis. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1969;105(2):370-4.

32. Cauchoix J, Benoist M, Chassaing V. Degenerative spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res. 1976; (115):122-9.
33. Kirkaldy-Willis WH, Heithoff K, Bowen CVA, Cauchoix J. Pathological anatomy of lumbar spondylosis and stenosis, correlated with the CT scan. In: Post MJD (ed.). Radiographic Evaluation of the Spine. Current Advances with Emphasis on Computed Tomography. New York: Masson Publishing; 1980. p. 34-55.
34. McAfee PC, Ullrich CG, Yuan HA, Sherry RG, Locwood RC. Computed tomography in degenerative spinal stenosis. Clin Orthop Relat Res. 1981;(161):221-34.
35. Heithoff KB. High-resolution computed tomography of the lumbar spine. Postgrad. Med. 1981;70(5):193-9, 202-6, 208 passim.
36. Helms CA, Vogler JB. Computed tomography of spinal stenosis and arthroses. In Genant HK, Chafetz N, Helms CA (eds.). Computed Tomography of the Lumbar Spine. San Francisco: University of California Press; 1982. p. 187-220.
37. Dai LY, Xu YK, Zhang WM, Zhou ZH. The effect of flexion-extension motion of the lumbar on the capacity of the spinal canal. An experimental study. Spine (Phila Pa 1976), 1989;14(5):523-59.
38. Rauschnig W. Normal and pathological anatomy of the lumbar root canals. Soine. 1987;2:1008-1019.
39. Macnab I. Spondylolisthesis with an intact neural arch; the so-called pseudo-spondylolisthesis. J Bone Joint Surg Br. 1950;32-B(3):325-33.

40. Newman PH. Stenosis of the lumbar spine in spondylolisthesis. Clin Orthop Rel Res. 1976;(115):116-21.
41. Wiltse LL, Kirkaldy-Willis WH, McIvor GW. The treatment of spinal stenosis. Clin Orthop Relat Res. 1976;(115):83-91.
42. Grabias S. Current concepts review. The treatment of spinal stenosis. J Bone Joint Surg Am. 1980;62(2):308-13.
43. Anderson PA, Tribus CB, Kitchel SH. Treatment of neurogenic claudication by interspinous decompression: application of the X STOP device in patients with lumbar degenerative spondylolisthesis. J Neurosurg Spine. 2006 Jun;4(6):463-71.
44. van Akkerveeken PF. A taxonomy of lumbar stenosis with emphasis on clinical applicability. Eur Spine J. 1994;3(3):130-6. Review.
45. Amoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, et al. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. Clin Orthop Relat Res. 1976;(115):4-5.
46. Kunogi J, Hasue M. Diagnosis and operative treatment of intraforaminal and extraforaminal nerve root compression. Spine (Phila Pa 1976). 1991;16(11):1312-20.
47. Yamashita K, Aono H, Yamasaki R. Clinical classification of patients with lumbar spinal stenosis based on their leg pain syndrome: its correlation with 2-year surgical outcome. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(9):980-5.
48. Amundsen T, Weber H, Lilleås F, et al. Lumbar spinal stenosis. Clinical and

radiologic features. *Spine*. 1995;20(10):1178-86.

49. Landim, E. A new classification for lumbar stenosis. *Coluna/Columna* 2008; 7(2):97-100.

50. Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. Stenosis of the vertebral canal. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1954;6B:230-7.

51. Dorwart RH, Vogler JB 3rd, Helms CA. Spinal stenosis. *Radiol Clin North Am*. 1983;21(2):301-25.

52. Postacchini F. The diagnosis of lumbar stenosis. Analysis of clinical and radiographic findings in 43 cases. *Ital J Orthop Traumatol*. 1985;11(1):5-21.

53. Paine KWE. Clinical features of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;(115):77-82.

54. Hall S, Bartleson JD, Onofrio. BM, et al. Lumbar spinal stenosis. Clinical features, diagnostic procedures, and results of surgical treatment in 68 patients. *Ann Intern Med*. 1985;103(2):271-5.

55. Déjèrine J. La claudication intermittente de la moelle épinière. *Presse Med*. 1911; 19:981-984.

56. Blau JN, Logue V. The natural history of intermittent claudication of the cauda equina. A long term follow-up study. *Brain*. 1978 Jun;101(2):211-22.

57. Evans JG. Neurogenic intermittent claudication. *Br Med J.* 1964;2(5415):985-987.
58. Matsuda H, Hirose T, Hashimoto T, et al. Electrodiagnosis of compression of individual nerve roots of the cauda equina. *Int Orthop.* 1979;3(2):121-31.
59. Bergmark G. Intermittent spinal claudication. *Acta Med Scand Suppl.* 1950;246:30-36.
60. Ehni G. Significance of the small lumbar spinal canal: cauda equina compression syndromes due to spondylosis. 1. Introduction. *J Neurosurg.* 1969;31(5):490-4.
61. Madsen JR, Heros RC. Spinal arteriovenous malformations and neurogenic claudication. Report of two cases. *J Neurosurg.* 1988;68(5):793-7
62. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ. Abnormal magnetic-ressonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg.* 1990;72(3):403-8.
63. Schatzker J, Pennal GF. Spinal stenosis, a cause of cauda equina compression. *J Bone Joint Surg.* 1968;50(3):606-18.
64. Spivak JM. Current Concepts Review – Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 80A (7): 1053-1066, 1998.

65. Dyck P, Doyle JB Jr. "Bicycle test" of van Gelderen in diagnosis of intermittent cauda equina compression syndrome. Case report. J Neurosurg. 1977;46(5):667-70.
66. Jönsson B, Strömqvist B. Symptoms and signs in degeneration of the lumbar spine. A prospective, consecutive study of 300 operated patients. J Bone Joint Surg Br. 1993; 75(3):381-5.
67. Arbit E, Pannullo S: Lumbar stenosis: a clinical review. Clin Orthop Relat Res. 2001; (384):137-43.
68. Ram Z, Findler G, Spiegelman R, et al. Intermittent priapism in spinal canal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 1987 12:377-378.
69. Baba H, Furusawa N, S Imura, Kawahara N, H Tsuchiya, Tomita K. Tarde achados radiológicos após a fusão cervical anterior para mielorradiculopatia espondilótica. Coluna. 1994; 18:2167-2173.
70. Tsuji H, Tamaki T, Itoh T, et al. Redundant nerve roots in patients with degenerative lumbar spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976). 1985;10(1):72-82.
71. Theisen DM, Ziegler MS, Zardo EA, Zardo BC. Análise dos resultados do tratamento cirúrgico da estenose do canal raquideo lombar em pacientes com idade avançada. [Surgical results of treatment in lumbar spinal stenosis in elderly patients].Coluna/Columna. 2007;6(4):223-225.
72. Johnsson KE, Rosén I, Udén A. The natural course of lumbar spinal stenosis. Clin Orthop Relat Res. 1992;(279):82-6.

73. Katz JN, Lipson SJ, Brick GW, et al. Clinical correlates of patient satisfaction after laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1987)*. 1995;20(10):1155-60.
74. Katz JN, Lipson SJ, Larson MG, et al. The outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73(6):809-16.
75. Deyo RA, Cherkin DC, Loeser JD, Bigos SJ, Ciol MA. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis, and procedure. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(4):536-43.
76. Sengupta DK, Herkowitz HN. Degenerative spondylolisthesis: review of current trends and controversies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Mar 15;30(6 Suppl):S71-81. Review.
77. Herkowitz HN, Abraham DJ, Albert TJ. Management of degenerative disc disease above an L5-S1 segment requiring arthrodesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999 Jun 15;24(12):1268-70. Review. PubMed PMID: 10382258.
78. Weinstein JN, Rydevik BL, Rauschnig W. Anatomic and technical considerations of pedicle screw fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;(284):34-46.
79. Boel J, Bjerg-Nielsen A, Sørensen S. [Treatment of spondylolisthesis with the Gill operation method]. *Ugeskr Laeger*. 1986;148(43):2759-61.
80. Friberg O. Functional radiography of the lumbar spine. *Ann Med*. 1989;21(5):341-6.

81. Hanley EN Jr, Levy JA. Surgical treatment of isthmic lumbosacral spondylolisthesis. Analysis of variables influencing results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989;14(1):48-50.
82. Laurent LE. Spondylolisthesis a study of 53 cases treated by spine fusion and 32 cases treated by laminectomy. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1958;35:1-45.
83. Osterman K, Lindholm TS, Laurent LE. Late results of removal of the loose posterior element (Gill's operation) in the treatment of lytic lumbar spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;(117):121-8.
84. Herkowitz HN. Current status of percutaneous discectomy and chemonucleolysis. *Orthop Clin North Am*. 1991 Apr;22(2):327-32. Review. PubMed PMID: 2014121.
85. Lenke LG, Bridwell KH, Bullis D, Betz RR, Baldus C, Schoenecker PL. Results of in situ fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord*. 1992 Dec;5(4):433-42.
86. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, et al. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(24):2807-12.
87. Bjarke Christensen F, Stender Hansen E, Laursen M, Thomsen K, Bünger CE. Long-term functional outcome of pedicle screw instrumentation as a support for

posterolateral spinal fusion: randomized clinical study with a 5-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976). 2002 Jun 15;27(12):1269-77.

88. Sato H, Kikuchi S. The natural history of radiographic instability of lumbar spine. Spine (Phila Pa 1976). 1993;18(14):2075-9.

89. Muggleton JM, Kondracki M, Allen R. Spinal fusion for lumbar instability: does it have a scientific basis? J Spinal Disord. 2000;13(3):200-4.

90. Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lilleås F. Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study. Spine (Phila Pa 1976). 2000 Jun 1;25(11):1424-35; discussion 1435-6.

91. Turner JA, Ersek M, Herron L, et al. Patient outcomes after lumbar spinal fusions. JAMA. 1992;268(7):907-11.

92. de Graaf I, Prak A, Bierma-Zeinstra S, et al. Diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic review of the accuracy of diagnostic tests. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(10):1168-76.

93. Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP. Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(25):E959-67.

94. Duval-Beaupere G, Robain G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo. Int Orthop. 1987;11(3):261-9.

95. Rothman-Simeone. The spine. Philadelphia, W.B. Saunders, 2006.
96. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In. Weinstein SI, ed. Pediatric Spine: Principles and Practice. New York, NY: Raven Press; 1994.
97. Konz RJ, Fatone S, Stine RL, et al. A kinematic model to assess motion during walking. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(24):E898-906.
98. Weinstein SI, Morrissey RT. Ortopedia pediátrica de Lovell e Winter, 5a ed. São Paulo: Manole; 2005.
99. Saha D, Gard S, Fatone S. The effect of trunk flexion on able-bodied gait. Gait Posture. 2008;27(4):653-60.
100. Farcy JP, Schwab FJ. Management of flatback and related kyphotic decompensation syndromes. Spine (Phila Pa 1976). 1997;22(20):2452-7.
101. Kluba T, Müller O, Grieb S, et al. [Measurement of gravity line position 15-25 years after Harrington-spondylodesis in adolescent idiopathic scoliosis]. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 2004;142(2):188-93.
102. Jackson RP, Kanemura T, Kawakami N, Hales C. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(5):575-86.
103. Jackson RP, Peterson MD, McMannus AC, Hales C. Compensatory

spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(16):1750-67.

104. Roussouly P, Gollogly S, Nosedá O, Berthonnaud E, Dimnet J. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patients is not the same as the C7 plumb line: a radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers). Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(11):E320-5.

105. Damasceno LHF. Avaliação da participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na composição da lordose lombar. [Tese - Doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2006.

106. Kobayashi T, Atsuta Y, Matsuno T, Takeda N. A longitudinal study of congruent spinal alignment in an adult cohort. Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(6):671-6.

107. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. Eur Spine J. 1998;7(2):99-103.

108. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy JP, Lafage V. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35 (25):2224-31

109. Medeiros RC. Avaliação radiográfica do balanço sagital da coluna vertebral

em paraplégicos: um novo paradigma para reabilitação com estimulação elétrica funcional. [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011.

110. Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J*. 2001;10(4):314-9.

111. Legaye J, Hecquet J, Marty C, Duval-Beaupère G. Equilibre sagittal du rachis. Relations entre bassin et courbures rachidiennes sagittales en position debout. *Rachis*. 1993;3:215–226.

112. Marnay T. Equilibre du rachis et du bassin. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris, Elsevier; 1988.

113. Vital JM, Gille O, Gangnet N. Equilibre sagittal et applications cliniques (in French). *Rev Rhum*. 2004;71:120-8.

114. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(3):346-53.

115. Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(2):151-60.

116. Descamps H, Commare-Nordmann M, Marty C et al. Modification of pelvic angle during the human growth. (in French) *Biom Hum Anthropol* 1999;17:59-63.

117. Mangione P, Gomez D, Senegas J. Study of the course of the incidence angle

during growth. Eur Spine J. 1997;6(3):163-7.

118. MacThiong JM, Labelle H, Berthonnaud E et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. Spine. 2004;29:1642–7.

119. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J, O'Brien M. The Importance of spino-pelvic balance in L5-s1 developmental spondylolisthesis: a review of pertinent radiologic measurements. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(6 Suppl):S27-34.

120. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. Spine (Phila Pa 1976). 1982;7(4):335-42.

121. Marty C, Boisaubert B, Descamps H. et al. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. Eur Spine J. 2002;11(12):119-25.

122. Guigui P, Levassor N, Rillardon L, Wodecki P, Cardinne L. [Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagital balance: analysis of 250 healthy volunteers]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2003;89(6):496-506.

123. Korolessis PG, Stamatakis MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in a asymptomatic Greek population. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(6):700-4; discussion 704-5.

124. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for

age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. Spine (Phila Pa 1976). 1994 Jul 15;19(14):1611-8.

125. Cho KJ, Bridwell KH, Lenke LG, Berra A, Baldus C. Comparison of Smith-Petersen versus pedicle subtraction osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(18):2030-7.

126. Bradford DS, Tribus CB. Current concepts and management of patients with fixed decompensated spinal deformity. Clin Orthop Relat Res. 1994;(306):64-72.

127. Bridwell KH. Causes of sagittal spinal imbalance and assessment of the extent of needed correction. Instr Course Lect. 2006;55:567-75.

128. Ondra SL, Marzouk S, Koski T, Silva F, Salehi S.. Mathematical calculation of pedicle subtraction osteotomy size to allow precision correction of fixed sagittal deformity. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(25):E973-9.

129. Bridwell KH, Lewis SJ, Edwards C, et al. Complications and outcomes of pedicle subtraction osteotomies for fixed sagittal imbalance. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(18):2093-101.

130. Janssen MM, Drevelle X, Humbert L, Skalli W, Castelein RM. Differences in male and female spino-pelvic alignment in asymptomatic young adults: a three-dimensional analysis using upright low-dose digital biplanar X-rays. Spine Phila Pa 1976) 2009; 34(23):E826-32.

131. Geiger EV, Müller O, Niemeyer T, Kluba T. Adjustment of pelvispinal parameters preserves the constant gravity line position. Int Orthop.

2007;31(2):253-8.

132. Kirkwood BR, Sterne JAC. Essential medical statistics. 2nd ed. Massachussetts: Blackwell Science; 2003.

133. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. Eur Spine J. 2006;15(4):415-22.

134. Suzuki H, Endo K, Mizuochi J, et al. Clasped position for measurement of sagittal spinal alignment. Eur Spine J. 2010;19(5):782-6.

10. ANEXOS

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 15/01/08.
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 959/2007 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0700.0.146.000-07

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "ANÁLISE DO EXAME DE POTENCIAL EVOCADO MOTOR PELA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA NO PERÍODO PRÉ E PÓS OPERATÓRIO DOS PACIENTES COM ESTENOSE DO CANAL LOMBAR".

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Paulo Tadeu Maia Cavali

INSTITUIÇÃO: Hospital das Clínicas / UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 07/12/2007

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 18/12/08 (O formulário encontra-se no site acima)

II - OBJETIVOS

Avaliar a eficácia do exame de Potencial Evocado Motor pela estimulação magnética transcraniana como método diagnóstico na fase pré-operatória e como método de avaliação dos resultados clínicos na fase pós-operatória.

O objetivo secundário é comparar os dados do potencial evocado motor magnético com cada variável (exame de imagem, exame clínico neurológico e questionários de avaliações) isoladamente e definir a ou as relações que são estatisticamente significativas.

III - SUMÁRIO

Segundo o apresentado pelo pesquisador, o diagnóstico da síndrome do canal lombar é estritamente clínico e posteriormente confirmado por tomografia computadorizada da coluna lombar, que isoladamente não é suficiente para demonstrar tal patologia. A ausência de exame mais específico e elucidativo torna difícil a indicação do procedimento a se tomado. O exame de potencial evocado parece suprir essa dificuldade, contudo sua realização fica comprometida pela necessidade de anestesiá-lo paciente devido ao estímulo elétrico aplicado diretamente ao couro cabeludo.

Na proposta do projeto será utilizado um método de potencial evocado com estimulação magnética transcraniana e, portanto, não invasivo. Além disso, o paciente deverá passar pelo procedimento acordado. A avaliação eletrofisiológica das amplitudes e da latência dos potenciais notores fornecerão informações qualitativas e quantitativas da função neural e nos níveis da estenose.

Para a realização do projeto serão incluídos vinte sujeitos de pesquisa pacientes e portadores de estenose do canal lombar. Todos os pacientes serão submetidos (antes e após a cirurgia) a exames clínicos (geral e específico neurológico), estudos de imagem (radiografias, tomografia e ressonância magnética), preenchimento do questionário de capacitação de Oswestry, exame de potencial evocado motor magnético transcraniano e preenchimento da escala analógica de dor (VAS). O procedimento cirúrgico será realizado por técnica

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FOFNE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

- 1 -



convencional. O acompanhamento será realizado normalmente pelo grupo de coluna do DOT - UNICAMP, sendo previstas avaliações nos dias 15, 30, 60 e 90 após cirurgia.

Ao completar três meses da cirurgia serão avaliados segundo todos os exames de imagem, replicação dos questionários de Oswestry e VAS e exame de potencial evocado motor magnético. Os testes estatísticos fazem parte da proposta do projeto. Há um cronograma com previsão de início do estudo em fevereiro de 2008. É apresentada uma descrição de todo o procedimento cirúrgico e critérios para definir a presença de estenose. Os procedimentos para a realização do teste do potencial evocado motor pela estimulação magnética transcraniana consiste na aplicação de estimulação transcraniana com o aparelho Magstim 200, que possui uma bobina circular cujo centro será colocado no vértex. A intensidade do estímulo será 20% maior que a necessária para observar as respostas motoras. Antes desse procedimento o paciente deverá deambular até surgimento de sintoma ou por 15 minutos. É apresentada uma extensa bibliografia, com quase uma centena de publicações. São propostos dois Termos de Consentimento Livres e Esclarecidos e um orçamento com previsão de recursos provenientes da FAPESP. Não há previsão de ressarcimento ao sujeito de pesquisa.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O projeto encontra-se adequado à Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada. O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro



centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI - DATA DA REUNIÃO

Homologado na XII Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 18 de dezembro de 2007.

Profa. Dra.  Carmen Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa Comparação do Potencial Evocado Motor Elétrico intra-operatório com o Potencial Evocado Motor Magnético ambulatorial em Pacientes com Estenose do Canal Lombar

Você foi selecionado no ambulatório de cirurgia da coluna após diagnóstico clínico, de acordo com sua queixa e exame físico mais os resultados de exames de imagem, raios-X, tomografia axial computadorizada e ressonância nuclear magnética da coluna lombar e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.

Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição, Hospital das Clínicas da Unicamp.

Os objetivos deste estudo são comparar os resultados encontrados no exame de potencial evocado motor elétrico intra-operatório com o exame de potencial evocado motor magnético por estimulação transcraneana estes exames realizam o monitoramento da função neurológica da coluna, não trazem risco a sua saúde e são indolores.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser submetido ao tratamento cirúrgico da estenose do canal lombar, que é uma doença que leva a dor na região lombar e nos membros inferiores, levando a uma dificuldade para andar com dor, formigamento e fraqueza nas pernas.

Antes de ser submetido à cirurgia e trinta dias após a cirurgia será realizado o exame de potencial evocado motor por estimulação magnética transcraneana. Este exame é realizado ambulatorialmente, é indolor e sem nenhum risco para sua saúde, o único desconforto será a sensação de observar e sentir alguns movimentos involuntários no pé, na perna ou na coxa.

Durante a cirurgia após o paciente estar anestesiado, será realizado o monitoramento da função neurológica da coluna com o potencial evocado motor elétrico. Este procedimento não traz nenhum risco à saúde, nenhum desconforto, pois o paciente estará sob efeito de anestesia geral.

Os riscos relacionados com sua participação são:

- Não melhora ou piora do quadro neurológico atual (dor, formigamento, fraqueza nas pernas);
- Sangramento durante a cirurgia, tendo que tomar sangue ou derivados para a reposição das perdas;

- Infecção pós-operatória: caso ocorra terá que ser submetido à nova intervenção cirúrgica para limpeza da infecção. Muitas vezes temos que retirar o material de implante (parafusos pediculares) que foi utilizado. Este material de implante, ou seja, os parafusos pediculares são utilizados para fixar a parte de sua coluna que foi descomprimida para liberar as raízes nervosas que estavam “presas”.
- Soltura do material de implante que foi colocado, isto pode ocorrer a qualquer momento após a cirurgia, com risco até um ano após o ato cirúrgico. Caso isto ocorra uma nova cirurgia deverá ser realizada para recolocação de um novo material de implante.

Os benefícios relacionados com a sua participação são:

- Melhora de todas as queixas, dor, formigamento e perda de força em membros inferiores.
- Menor risco de lesão das raízes nervosas durante o ato cirúrgico uma vez que você realizou o exame de potencial evocado motor por estimulação magnética transcraneal pré-operatória que ajuda o cirurgião a planejar a sua cirurgia de uma forma mais apurada. Como o cirurgião irá utilizar o potencial evocado motor elétrico intra-operatório isto minimiza o risco de lesão de raízes durante a cirurgia, pois o paciente estará monitorado durante todo o ato cirúrgico.
- No período pós-operatório serão repetidos todos os exames de imagem, Radiografias, tomografias, ressonância, bem como o potencial evocado motor magnético por estimulação transcraneana. Isto ajudará o cirurgião a avaliar melhor a sua recuperação.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão analisadas em conjunto com os dados de outros participantes, sendo confidenciais e não havendo a identificação de nenhum paciente, assegurando assim o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelo tratamento proposto neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem o direito a tratamento médico na instituição. O pesquisador assume o compromisso de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal pesquisador será o Dr. Wagner Pasqualini, que poderá ser encontrado na av. Antonio Segre, 411 – Jundiaí – São Paulo – cep. 13 201-847, telefone 11-4586 1680. Se você tiver dúvida ou consideração sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Não haverá despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o projeto “Comparação do Potencial Evocado Motor Elétrico intra-operatório com o Potencial Evocado Motor Magnético ambulatorial em Pacientes com Estenose do Canal Lombar”.

Eu discuti com os pesquisadores sobre minha decisão em participar deste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que terei garantia de acesso ao tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, neste serviço.

data ____/____/____

Assinatura do sujeito da pesquisa

Declaro que obtive de forma voluntária o consentimento livre e esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

data ____/____/____

Assinatura do responsável pelo estudo

Exemplos de mensuração dos parâmetros do alinhamento sagital



Medidas dos parâmetros vertebrais e pélvicos na radiografia panorâmica em perfil

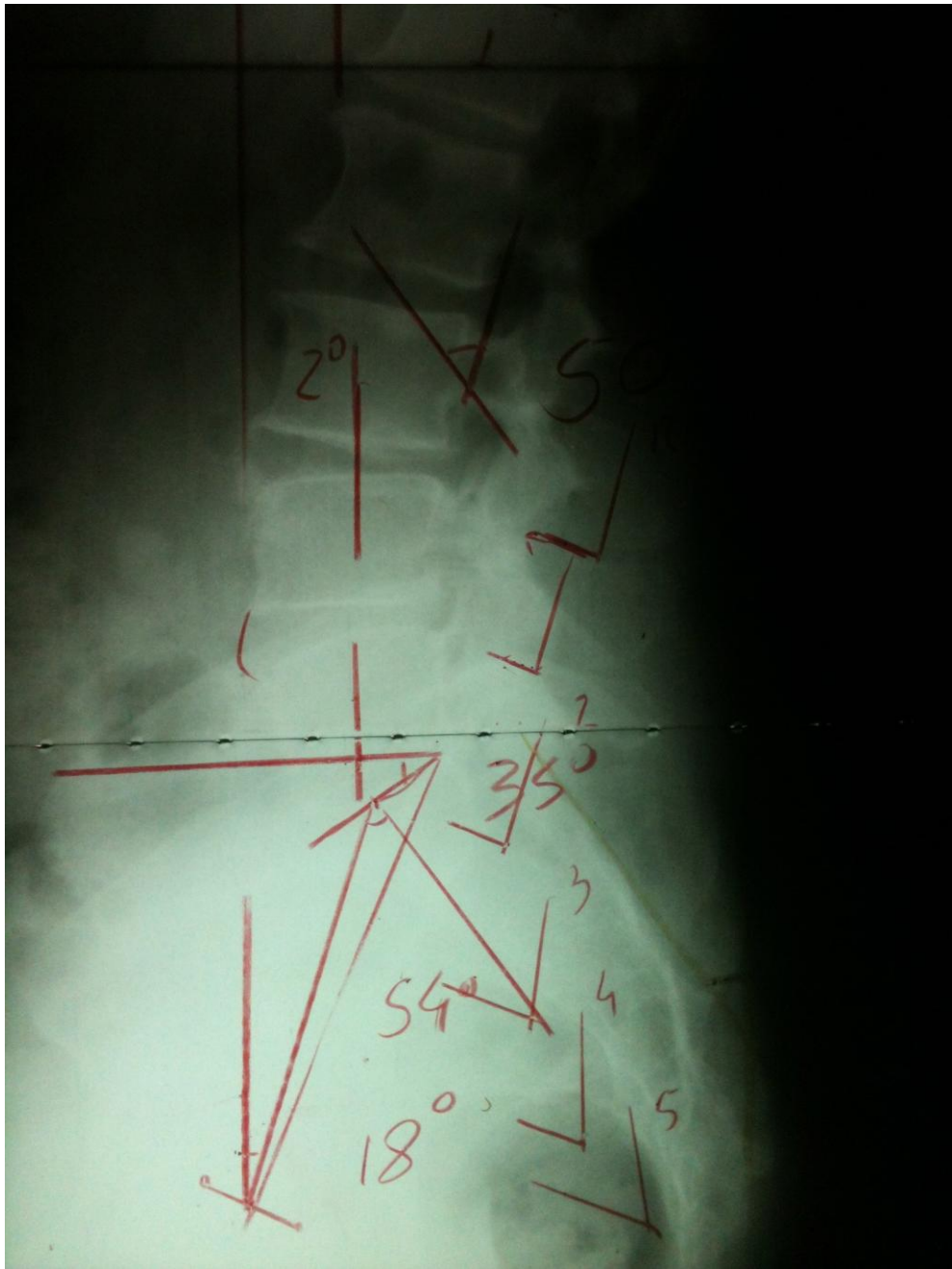
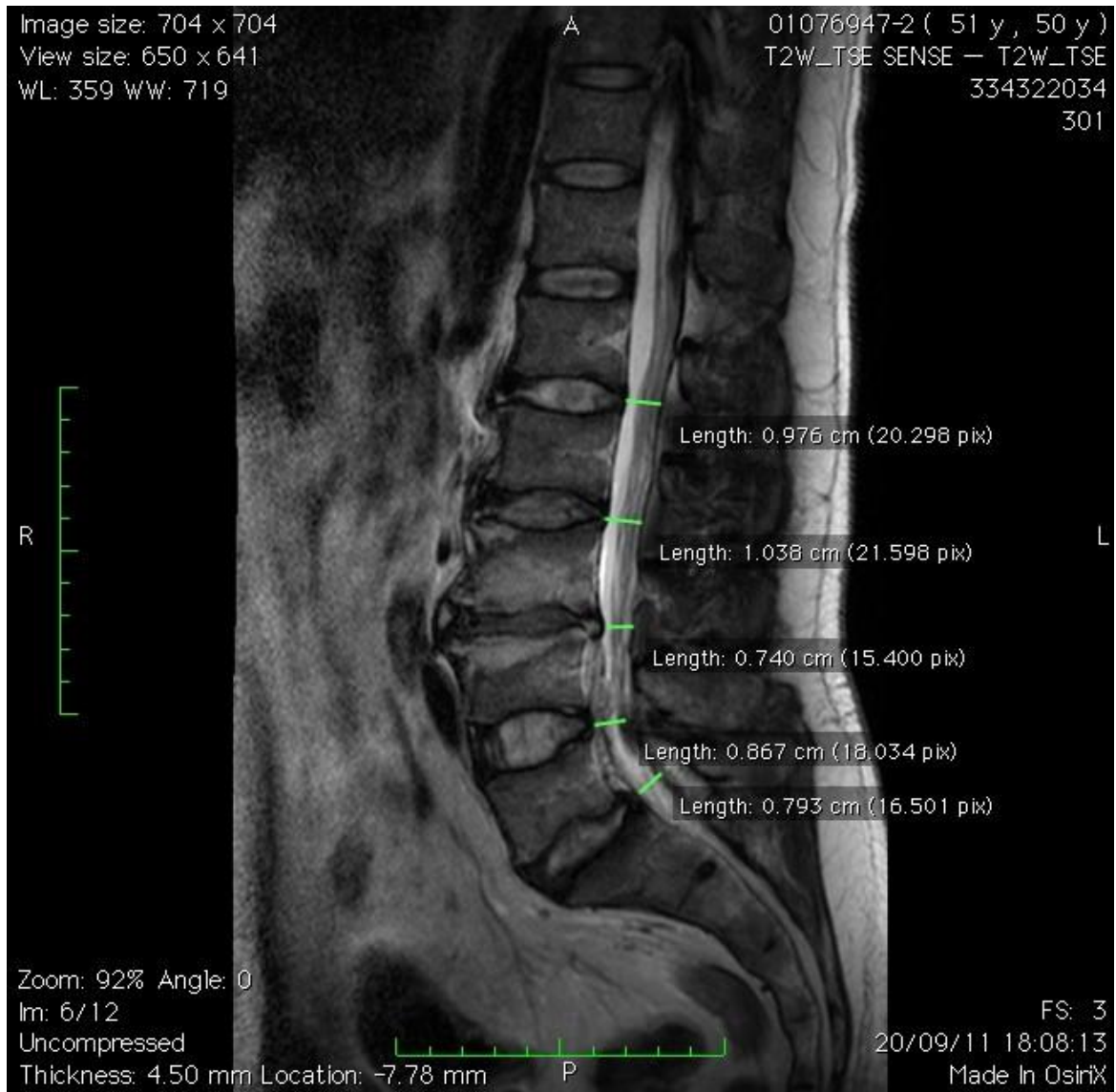


Imagem focalizada das medidas dos parâmetros pélvicos.



Medida da distância anteroposterior do canal lombar no plano sagital da ressonância magnética.



Medida da área do canal lombar no plano axial da ressonância magnética.